

地域防災計画の策定における GIS の活用に関する研究

－札幌市中心部を事例として－

Applications of GIS for Disaster Prevention Problem in Central Sapporo

川村 真也*・相馬 絵美**
Shinya KAWAMURA* and Emi SOMA**

キーワード：避難場所，GIS，バッファ，ティーセン分割，行政情報，札幌市

Key words : refuges, GIS, buffer generations, Thiessen subdivision, administrative information, Sapporo

I. はじめに

甚大な被害をもたらした1995年の阪神・淡路大震災以後の被害の要因に関する様々な研究¹⁾により、日本の防災計画は大幅に見直された。特にGIS(地理情報システム)の有用性が指摘、検討されることとなった(岩井ほか, 1996; 碓井・小長谷, 1995; 碓井, 1997)。近年ではGISを援用し、被害の要因や現況の考察や分析にとどまらず、人間の生活活動に密着した防災計画の研究(萩原ほか, 1999, 2000)や、地域の防災計画を検証する研究も進められてきている(高坂, 2000)。こうしたGISの災害分野への応用の背景としては、GISが普及していく過程の中で、空間分析が身近なものとなつたことや、ソフトウェアの改良により、簡単な操作で分析可能になったことが考えられる(貞広, 2001)。

最近では、行政機関においてもGISの運用が身近なものへとなりつつある。行政機関における災害管理研究の観点からは、災害初期に実際に役立つシステムとして、①平常時に使用していること、②専門家でなくても使用可能であること、③可搬型であること、④複数のシステム間での情報統合

が可能したこと、⑤最新の地域データベース構築が可能したことという、5つの条件を満たす必要性があることが示された(角本・亀田, 1996)。このシステムを運用し、人的被害を軽減させるためには、住民等に災害情報を定着させることも重要と考えられるが、現状ではあまり言及されていない。

本稿では以上のことと踏まえ、災害情報データ作成の一例を示し、災害情報普及の可能性について考察する。そのために、札幌市指定の避難計画に基づいた、地震被害時における避難場所の収容能力、地域人口に関するデータベース²⁾を作成する。

II. 避難所の分析方法と地域概要

1. 避難所の分析方法

研究対象地域は札幌市とする。同市では、既に大地震の被害想定がなされ、それに基づいた地域防災計画が策定されている(札幌市防災会議事務局編, 1998a)。しかし、札幌市の場合、災害そのものだけではなく、冬期の積雪が、公園や学校の校庭等の非建坪地(屋外空間)利用面積の減少や道路の利用の不可を確実にもたらし、防災上にも大

*北海道大学大学院文学研究科人間システム科学専攻・院

**安田生命保険(相)

*Graduate School of Letters, Hokkaido University

**Yasuda Life Insurance

きく影響を及ぼすと考えられる。また、広大な市街化調整区域を有するため、人口の年次変化が大きい等の地域特性を充分考慮した避難計画が必要である。

本稿では、まず、避難場所の人口収容能力と、地域人口との充足関係を明らかにするため、バッファ解析とティーセン分割³⁾を行う。バッファ解析では、避難場所を中心にして同心円を設定し、地域人口データと重ね合わせる。ティーセン分割では、避難場所の情報と地域人口データとの関係をみる。次に、これらの分析を無雪期と有雪期に分けて行い、両期の比較を行なう（図1）。

さらに避難距離と過剰人口から地域分類を行うことで地域防災特性を解明し、行政情報データベースへの応用を検討する。

使用する人口データは住民基本台帳人口の町名・条丁目別人口（2001年）と事業所統計の従業者人口（1996年）、避難場所の種類、収容人員データは札幌市防災会議事務局編（1998a）を用いる。

2. 対象地域の画定と人口分布

研究対象地域として、札幌市のDID地区に大部分が含まれる南北約9km、東西約10.5kmの長方形の地域を設定する。これは国勢調査（1995年度）において、札幌市の第4次メッシュで表示された人口分布のうち人口の空白部分を最小限にした範囲である（図2）。また、研究対象地域よりも1メッシュ広い範囲を、調査対象地域として画定し、避難場所の配置をみる範囲とした。これは、対象地域内から、外側の避難場所を利用する可能性を考慮したものであり、南北約10km、東西約11.5kmの長方形を画定する。対象地域内には、（a）札幌駅、（b）大通駅、（c）円山公園駅、（d）北24条駅、（e）元町駅、（f）白石駅、（g）平岸駅、（h）琴似駅、（i）北海道大学などを含んでいる。

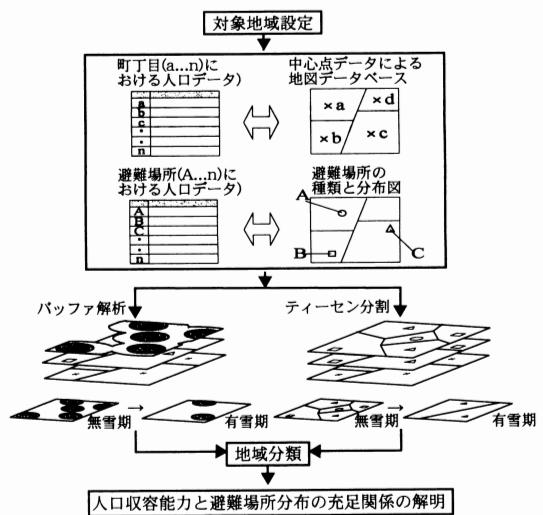


図1 分析の流れ

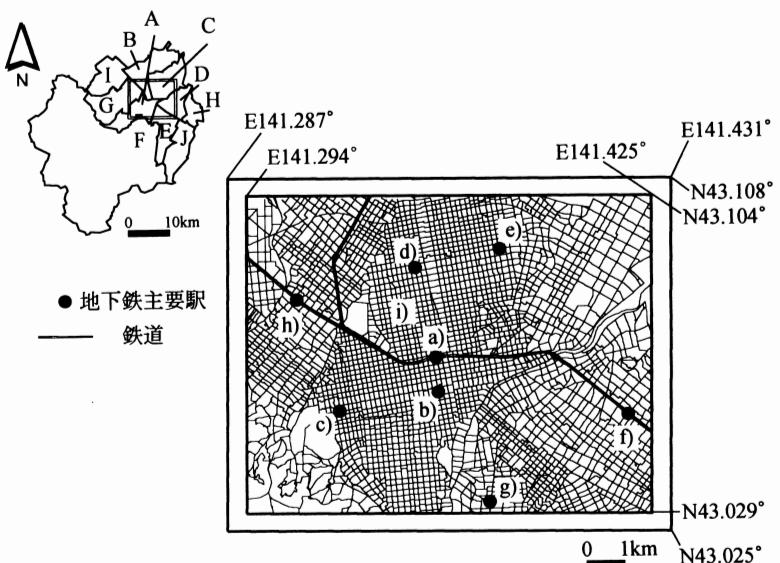


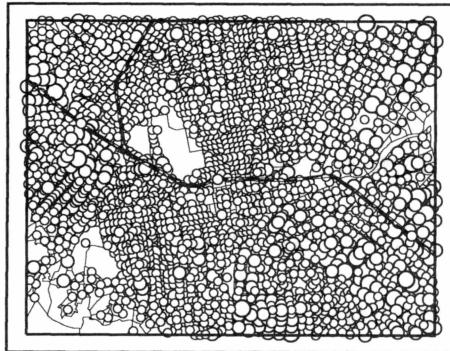
図2 研究対象地域

札幌市行政区

A：中央区 B：北区 C：東区 D：白石区 E：豊平区
F：南区 G：西区 H：厚別区 I：手稲区 J：清田区
施設

a) 札幌駅 b) 大通駅 c) 円山公園駅 d) 北24条駅
e) 元町駅 f) 白石駅 g) 平岸駅 h) 琴似駅 i) 北海道大学
(図中の座標は経緯度座標系における値)

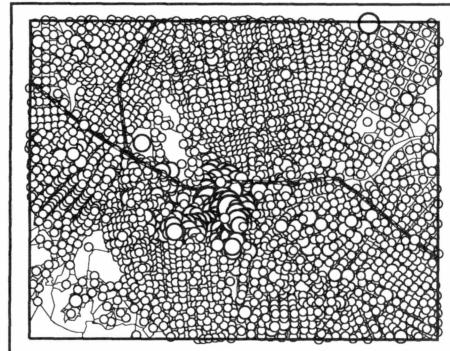
夜間人口



夜間人口



従業者人口



従業者人口

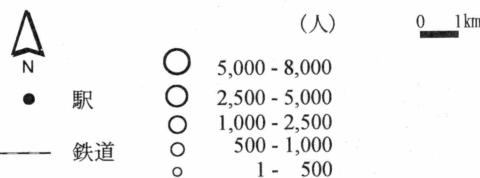
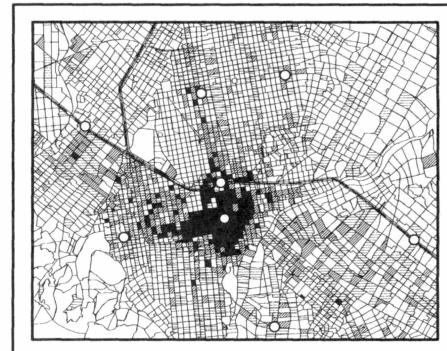


図3 対象地域における人口分布

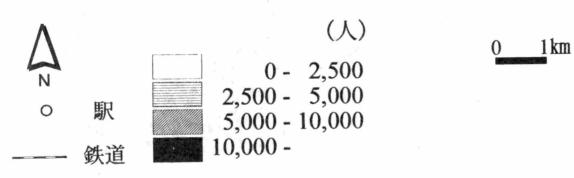


図4 対象地域における人口密度

図3は対象地域内の人囗分布を示したものである。夜間人口(常住人口)は746,831人(2001年)であり、札幌市の総人口の41.2%を占める。また、対象地域内の従業者人口は630,781人(1996年)であり、札幌市の総従業者の67.6%を占める。図4で条丁目あたりの人口密度をみると、夜間人口、従業者人口とともに、大半の地域が1km²あたり5,000人以上となっている。従業者人口は、主に札幌駅から大通駅、さらには円山公園駅にかけての地域に集中する。夜間人口は札幌駅から大通駅の外苑、さらに郊外に点在するのは、高層マンション等の立地によるものである。これらで示された基礎データは、行政機関においてリアルタイムで更新可能であり、また災害情報とは別の複数のシステム間での共有が可能であると考えられる。

3. 避難場所の配置

通常、避難場所とは多くの場合、広場や公園などのオープンスペースから小学校などの建物までを含み、統一された明確な定義がなされていない(柏原ほか, 1998)。阪神・淡路大震災において、行政機関に指定された避難場所だけでは避難住民を収容が不可能であったために、多数の民間施設や応急仮設建物などが避難者を収容する施設として使用された。それら施設において、多くの被災者が、水・ガス・電気等のライフラインの停止により生活の維持が不可能であった。柏原ほか(1998)によると、多くの被災者は、『自宅に近く』、

『安全を確保』、『指定された避難所と周知されている』の3条件をみたす小学校を避難所に選択し、避難行動をとったことが明らかになっている。このことから本稿では、避難段階として災害発生から身体・生命の安全を確保する一時避難に着目し、地域住民が指定避難場所の安全性を求め、対象地域内の全ての指定避難場所への避難行動をとると仮定して研究をすすめるものとする。札幌市防災会議事務局編(1998a)によると、災害発生後、避難が必要な場合の避難場所・避難施設として広域避難場所⁴⁾、一般一時避難場所⁵⁾(以下、一時避難場所)、一般収容避難場所⁶⁾(以下、収容避難場所)が整備されている。それらは収容人員が算出されていて、その総数は全市で1,673カ所、およそ14,379,000人が避難可能となる。

対象地域内の全避難場所総数は771カ所、避難可能人員の総数は4,560,198人となる。これは夜間人口を約4,000,000人、従業者人口を約3,800,000人上回る収容能力をもつことになる(図5、図6、表1)。

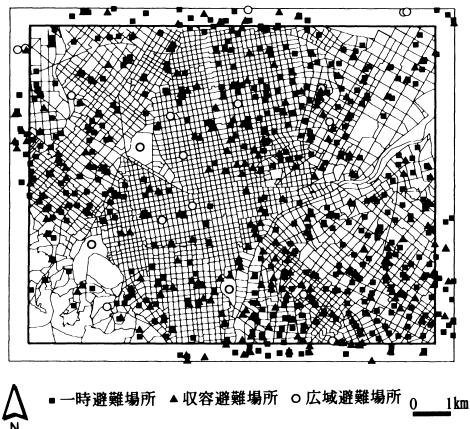


図5 対象地域における避難場所の分布

避難場所の配置をみると、一時避難場所は東区、白石区、豊平区に集中が見られる。これは住宅地域に対応し都市計画法(札幌市都市整備局開発部宅地課編、1992)で定められた基準による公園の設置が要因と考えられる。

収容避難場所の配置は、あまり顕著な集中は見られないが、東区、豊平区に多い。これは、収容避難場所として指定される寺社が特に多いためと考えられる。

広域避難場所は、他の避難場所と比較した場合、規模の大きな公園が指定されており、対象地域内に分散している。対象地域内において、中央区に4カ所、白石区には所在が確認されなかった。

次に無雪期と有雪期で避難場所の配置を比較する。本稿では、分析過程において、積雪のない時期の状況を無雪期、積雪により影響を受けている時期の状況を有雪期とする。有雪期の定義として、積雪時に公園、運動場、緑地、学校施設の校庭等の屋外施設は雪の堆積、そして寒さのため利用不可であり、屋内施設が指定されている一般収容避

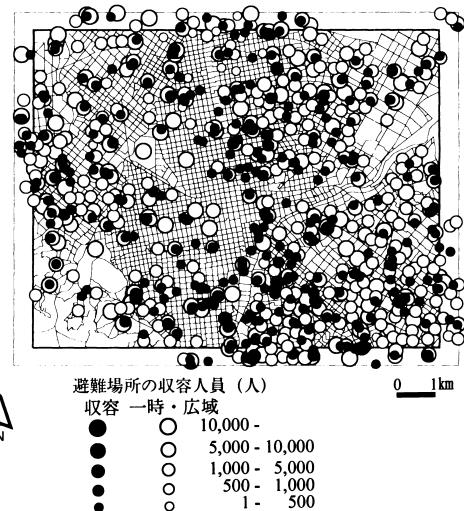


図6 避難場所の規模

表1 対象地域における避難場所の収容能力

避難所種類	施設数	収容能力合計(人)	平均収容能力(人)	最小規模(人)	最大規模(人)	割合(%)
一般・一時	458	2,880,500	6,289	100	20,300	63.20
一般・収容	297	91,598	308	16	1,650	2.00
広域	16	1,588,100	99,256	11,900	416,900	34.80
計	771	4,560,198	—	—	—	—

難場所のみを利用可能として、分析を進めることとした。

有雪期の全市の避難場所は収容避難場所のみの297カ所となり、避難場所の収容能力は無雪期に対し約2.0%弱と減少する。配置をみると、大通周辺は少ないが、対象地域内全体に立地している。全ての避難場所が利用できる無雪期に比べ、施設数も規模も格段に減少することがわかる。

III. 距離圏内人口からみた避難場所配置の充足関係

1. バッファ圏内人口の算出

ここでは避難場所を中心にバッファを作成し、その圏域を避難距離とする。バッファ圏域と、対象地域との関係によって、避難場所への距離からみた近接性と、地域人口と避難場所の充足関係を明らかにする。

バッファによって圏域を作成する方法は、複数のGISソフトウェアにパッケージングされており、複雑で高度なプログラムを組む必要も少ない。それゆえに容易に分析を行うことが可能であり、データ更新も容易であると考えられる。

地域人口と避難場所の充足関係に関して、原科・山本（1999）は公共的緑地の防災機能に着目し、公共的緑地の充足度評価を行い、整備必要地区における不足量を明らかにし、さらに山本（2000）は、避難場所としての公共緑地を地区レベルと広域レベルの2つの空間スケールから捉えた充足度評価の考え方を提案している。本稿でもそれらに従って分析を進める。

また、バッファで設定する圏域に関して、横田ほか（1996）は、避難所の圏域構造を求める指標と

して小学校を挙げた。その特性として避難所の距離はほぼ徒歩圏内である500mの範囲内であり、避難者が最も近くの避難所を指向する最近接指向が認められた。また、高齢者や障害者などの社会的弱者の避難行動は災害直後には遅れがちになり、避難場所に着いた時点で入る余地がないというケースが明らかにされた。従って本稿でもこの500mの範囲を避難場所へ避難可能な圏域とする。また、積雪時における高齢者や子供、障害者などの移動を考慮し、それよりもより短時間で移動できる範囲として半径100m、250mバッファを作成する。

無雪期はすべての避難場所を対象として、それぞれに半径100m、250m、500mのバッファを作成した（図7）。圏域内、圏域外の人口は以下の表のようになった（表2）。半径100m圏域ではほとんどの地域を覆うことができず、夜間人口カバー率の20.7%が最高である。

半径250m圏域において、夜間、従業者両方の人口をみると、圏域外人口を圏域内人校が上回り、人口カバー率が急増し夜間人口で、77.0%，従業者人口で56.1%となる。北海道大学から札幌駅、さらに札幌駅から大通駅の空白区域、東区や中央区の一部を除くとほとんどの地域を覆っている。

半径500m圏域をみると、ほぼ全域を覆うことがわかる（図7）。特に夜間人口カバー率は99.3%であり、避難所は夜間人口に対して、ほぼ充足することが明らかになった。しかし、先述したように、高齢者や子供、障害者などの移動を考慮する上では不十分であると考えられる。

有雪期は、収容避難場所のみを利用可能とするため避難場所の数が減少し、それぞれバッファ圏

表2 バッファ圏域内外の人口算出

夜間人口

バッファ圏域	圏域内人口(人)	圏域外人口(人)	人口カバー率(%)
無雪期100m	154,001	588,358	20.7
無雪期250m	571,263	171,096	77.0
無雪期500m	737,076	5,283	99.3
有雪期100m	65,279	677,080	8.8
有雪期250m	357,049	385,310	48.1
有雪期500m	684,116	58,243	92.2

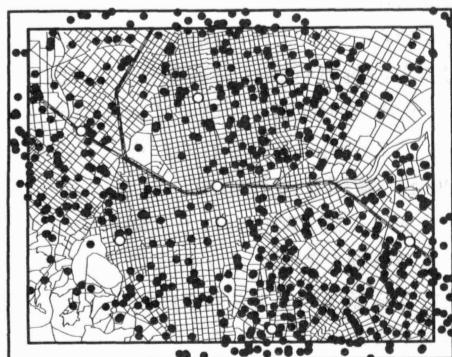
従業者人口

バッファ圏域	圏域内人口(人)	圏域外人口(人)	人口カバー率(%)
無雪期100m	88,065	540,806	14.0
無雪期250m	352,595	276,276	56.1
無雪期500m	594,090	34,781	94.5
有雪期100m	42,460	586,411	6.8
有雪期250m	206,350	422,521	32.8
有雪期500m	474,468	154,403	75.4

無雪期

有雪期

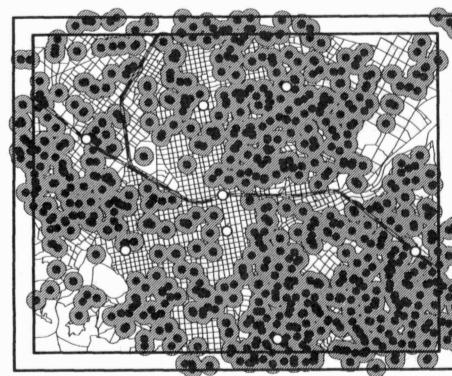
100m圏



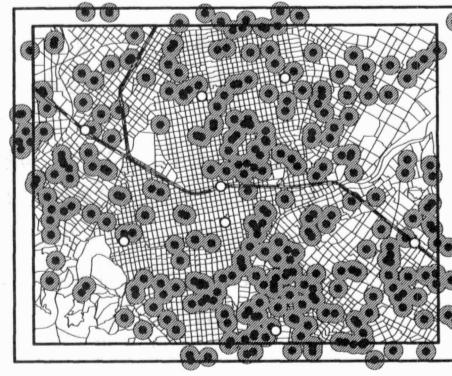
100m圏



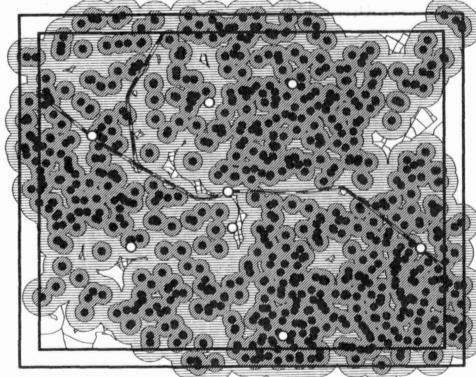
250m圏



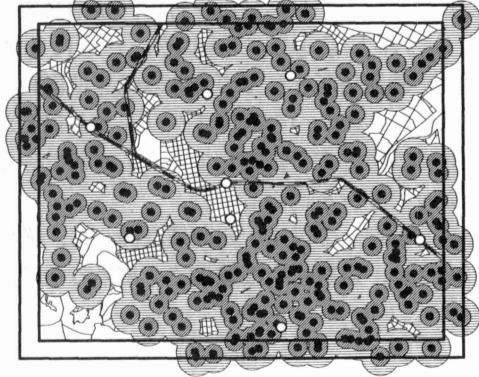
250m圏



500m圏



500m圏



0 1km



N

バッファ領域

■	100m
▨	250m
▨	500m

○ 駅

—— 鉄道

図7 無雪期、有雪期における避難場所からのバッファ領域

域で空白地域が拡大、圏域内人口がおよそ半減していることがわかる。半径100m 圏域はほとんどの地域を覆うことができず、従業者人口カバー率は最低の6.8%である。

半径250m 圏域は、無雪期同様半径100m 圏域にくらべ急増し、従業者人口カバー率で32.8%まで増加する。しかし避難場所の配置を見ると、豊平区と、東区南部に集中しているため、空白区域は大きく存在する。

半径500m 圏域になると夜間人口カバー率は92.2%と上昇し、無雪期との差も小さくなる。しかしバッファ圏域の空白区域が、札幌駅から大通駅間の人口密度が高いため、中心部の収容避難場所は適当な避難距離圏内なく、人口分布に対して避難場所が十分に配置されていない。

2. 無雪期と有雪期の充足関係の比較

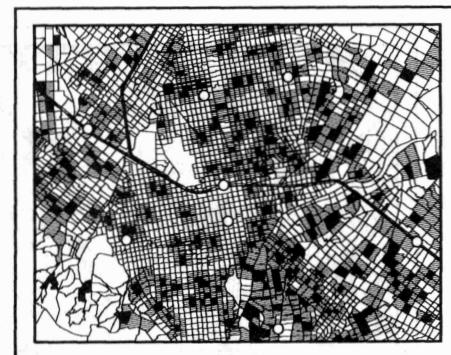
無雪期と有雪期における、避難場所から条丁目間の最小のバッファ圏域を値として、分布図を作成した（図8）。

無雪期においては、半径250m 圏域に含まれる条丁目が最も多くなっている（図8上）。また、バッファ圏域に含まれない地域は少なく、圏域外の人口を算出すると、夜間人口で171,096人、従業者人口で276,276人である。圏域外の大半が大通駅近辺に分布する。

有雪期における最少バッファ値の分布では、半径500m 圏内に含まれる条丁目が最も多くなっている（図8下）。圏域外の地域も多く、北海道大学から札幌駅の南側のほか、円山公園駅周辺、対象地域内の北西部や北東部、さらに南部や南東部の一部の地域において分布がみられる。

以上を踏まえ、最少バッファ圏域の値の無雪期から有雪期への変化から、各条丁目地域について分類を行う（表3）。分類は無雪期、有雪期ともにバッファ圏域に含まれ、両時期とも変化のないものをA1、バッファ圏域に含まれるもの、有雪期に避難距離が遠くなるものをA2、無雪期にはバッファ圏域に含まれるが、有雪期にはバッファ圏域に含まれないものをA3、無雪・有雪期とともに、バッファ圏域に含まれないものをA4とする

（図9）。札幌駅、大通駅の周辺地区を取り囲むようにA1が分布し、対象地域の中心より西側に閑



0 1km

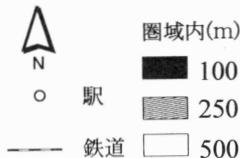
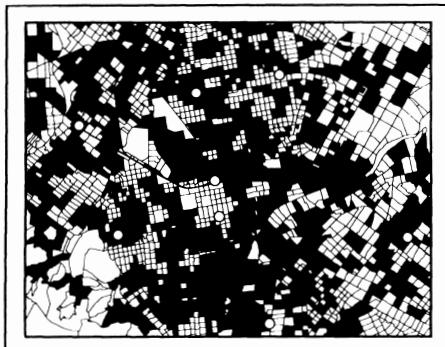


図8 避難場所からの最小バッファ距離

表3 無雪期と有雪期のバッファ領域による地域類型

無雪期の圏域	有雪期の圏域	地域類型タイプ
100m	100m	A1
100m	250m	A2
250m	250m	A1
100m	500m	A2
250m	500m	A2
500m	500m	A1
100m	圏域外	A3
250m	圏域外	A3
500m	圏域外	A3
圏域外	圏域外	A4

A1



A2



A3



A4



○ 駅 — 鉄道

0 1km

図9 無雪期と有雪期のバッファ領域による類型化

しては無雪期、有雪期の避難距離に差が生じない地域が多い。また、北24条駅、元町駅周辺や、白石駅、琴似駅南側にはA2が広くみられ、これらの地域では、有雪期において避難距離が長くなる。さらに、A3は札幌駅周辺と大通駅北側に集積し、その外側にA4も一部みられ、これらの地域では有雪期に避難所への移動が困難であることが、分析から明らかである。

IV. 避難場所の収容能力からみた充足関係

1. 避難場所と地域人口の充足関係

前章では、バッファ解析により、避難場所と条丁目間の距離から地域分類を試みたが、ここからは、避難場所を中心としたティーセン分割を行う。それにより、避難場所の収容能力と分割圏内の人口との関係から、過剰人口を求めてことで、避難

場所の充足関係の地域差を明らかにする。ティーセン分割もバッファ解析と同様に、多くのGISソフトウェアで、解析することが可能であり、複数の異なるデータとの重ね合わせも容易と考えられる。

図10は、対象地域内のすべての避難場所に対しティーセン分割し、分割圏内の中心である避難場所の収容能力を示したものである。まず、無雪期に着目すると、避難場所が多く配置され、圏域が小さくなっている地域は北24条駅、元町駅、白石駅、平岸駅近辺にみられる。分割圏内の人口は、夜間人口、従業者人口ともに、2,500人以下が大半を占め、10,000人以上は札幌駅から大通駅にかかる地域に集中している。しかも、この地域は避難場所の施設が少ないため、分割圏域の面積も大きいという特徴がある。

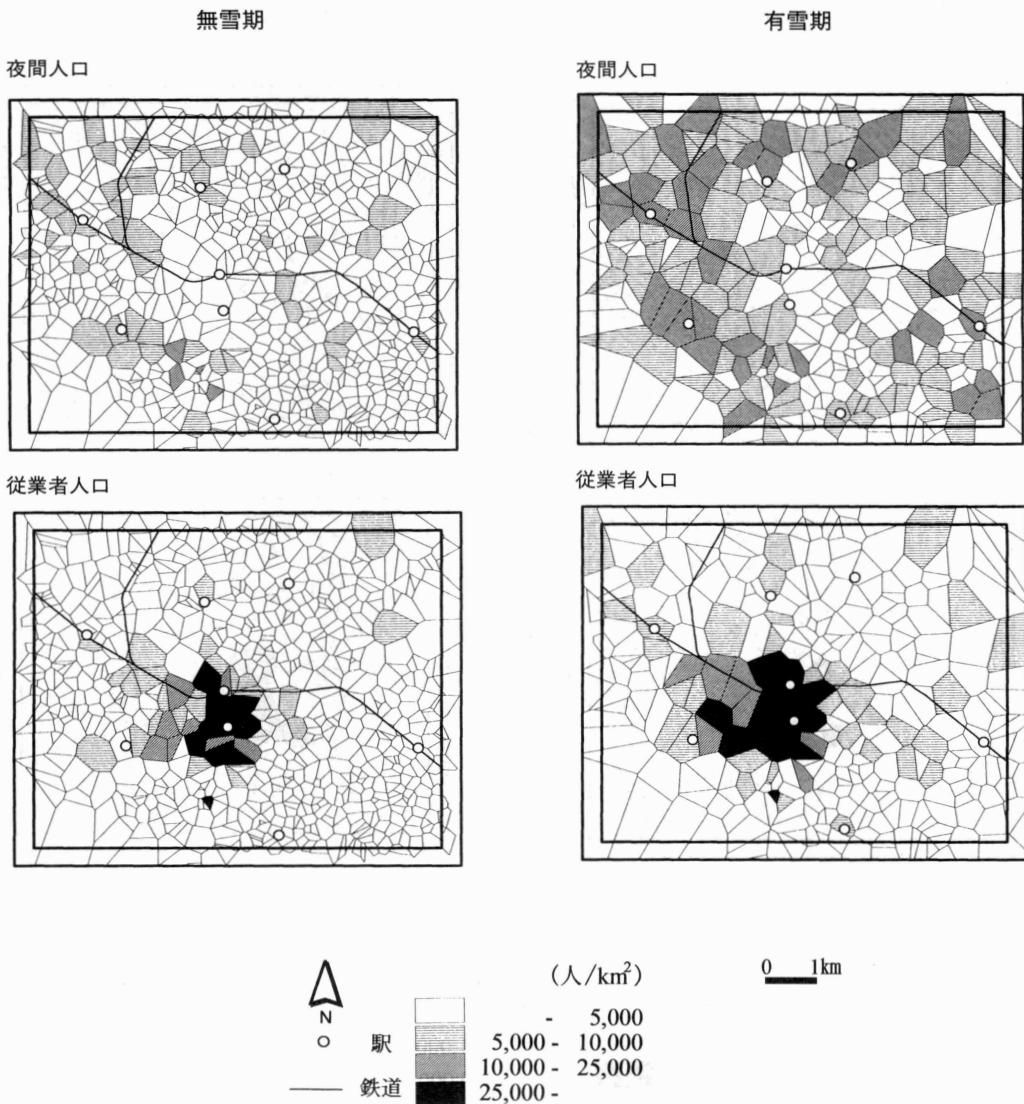


図10 ティーセン分割圏内の人口

収容避難場所のみを利用可能とする有雪期は、避難場所の数が減少し、ティーセン領域も拡大する。無雪期と比較すると、元町駅周辺や、琴似駅南側等において、領域面積の拡大が目立つ。これは、それらの地域において、公園など非建坪地が多いためと考えられる。逆に収容避難場所の配置の多さにより、平岸駅周辺等では、領域面積の小さな地域の集中がみられる。分割圏内の人口をみると、夜間人口では、2,500人以上の地域がよくみられる。従業者人口で10,000人以上の地域は無雪

期同様、札幌駅から大通駅にかかる地域に集中している。さらにそれらは、施設数が少ないため、分割圏の面積が大きいことも特徴である。

無雪期と有雪期においてそれぞれ、分割の重心である避難場所の避難可能人員(図6)から、分割圏内の人口(図10)を引いたものを過剰人口として算出し、避難場所の収容能力と地域人口の充足関係の比較を試みる(図11)。

無雪期では、収容能力に余裕がある地域も点在するが、夜間人口では、特に大通駅南側や、北24

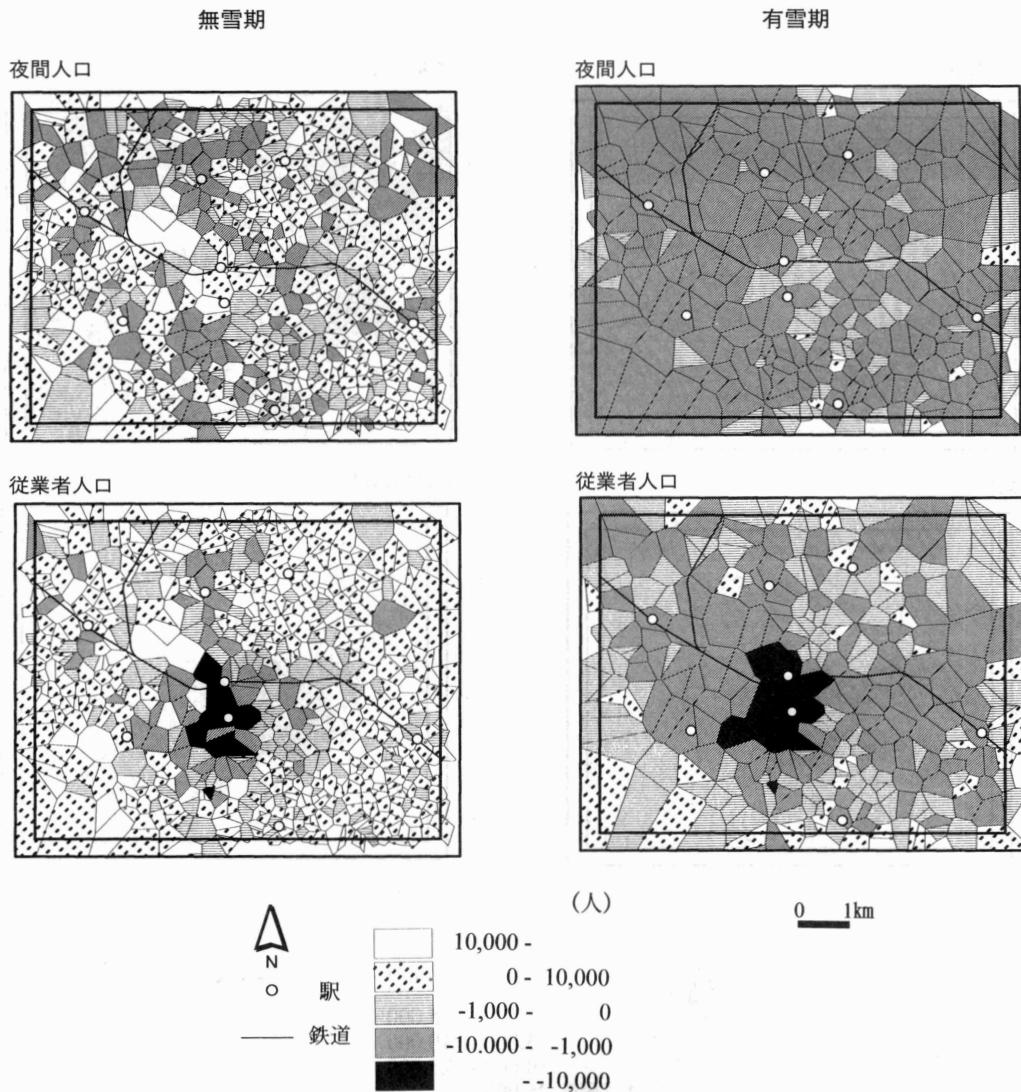


図11 避難場所収容能力と地域人口の充足関係
本図の人口は避難場所の収容人員(図6)からティーセン
分割圏内の人口(図10)を引いたものである。

各駅周辺等で、避難場所の収容能力に対して人口過剰な地域がみられる。これらの地域は交通の便が良く、団地や高層マンション等の良好な住宅地としての性格があり、そのために人口密度が高いことが要因と考えられる。同時に小規模な会社等も多いために、従業者人口でも、ほぼ同様の傾向がみられる。さらに従業者については、大通駅周辺において、-10,000人以下となり、過剰人口が著しい。

有雪期には避難場所の数の減少、収容能力の減少にともない、ほとんどの分割圏において、-1,000人以下となり、避難場所の収容能力が不足する。夜間では、地域的な差は少ないが、従業者人口でみると、やはり、大通駅、札幌駅周辺において、10,000人以上の過剰人口がみられ、これらの地域では、避難場所の不足が著しく深刻であることが明らかである。

2. 避難場所の距離、充足関係の地域差

前節では、ティーセン分割圏域の人口と、避難場所の収容能力の関係をみた。ここでは、バッファを用いた解析による地域類型(表3)と、ティーセン分割領域の避難場所と地域人口の充足関係からも地域類型を行い(表4), 空間的に検討を行う(図12, 13)。

図12によると、避難場所への距離が、無雪期、有雪期の変化がなく、有雪期に避難場所の収容能

表4 避難場所と人口の充足関係からみた地域類型

地域類型	充足度(無雪期)	充足度(有雪期)	地域類型2
A1	+	+	B1
A1	+	-	B2
A1	-	-	B3
A2	+	+	B4
A2	+	-	B5
A2	-	-	B6
A3	+	+	B7
A3	+	-	B8
A3	-	-	B9
A4	+	+	B10
A4	+	-	B11
A4	-	-	B12

地域類型はA1~A4は表3に対応

充足度(無雪期、有雪期)は、避難場所に対する地域人口に余裕がある場合は+、人口過剰の場合は-である。

表4を図化したものを図12に示す。

力を超過するB2, 両期間とも収容能力を超過するB3が広く分布する。B2は、琴似駅や元町駅等の主要駅の周辺に、B3は、札幌駅から北24条までの地域や、大通駅南側に多く分布している。また、有雪期に避難場所への距離が長く、避難場所の収容能力を超過するB5の分布も、全体的にはB2とほぼ同様の傾向を示しているが、元町駅や白石駅周辺に多く、札幌駅や大通駅周辺等では少ない。このことは、前述したように非建坪地が多いことが要因と考えられる。有雪期に避難場所までの距離が500mを越えるB7~B12に関しては、札幌駅から大通駅の間や、円山公園駅の西部に分布しており、それらの地域では、災害に対する脆弱性の高さが懸念される。

図13の従業者人口に関しては、B2やB5の分布

は夜間人口と比較した場合、ほぼ同様の結果を示す。これに対して、B3は札幌駅、大通駅の周辺を取り囲んで分布する傾向がみられ、このことは、従業者人口が多く、避難場所が少ないことが要因と考えられる。また札幌駅から大通駅にかけた地域では、夜間人口では、有雪期のみ避難場所の収容能力を地域人口が超過するB8であるが、従業者人口では、無雪期、有雪期ともに避難場所の収容能力を超過するB9に変化する。従業者人口の分析結果から、札幌駅から大通駅の間等の地域における脆弱性の高さが示される。

V. おわりに

本稿では、災害情報普及の可能性、さらに都市計画への有用性を考察するために、札幌市の地震災害の脆弱性を検討するための一例を示した。それにより以下のことが明らかになった。

1) 積雪期に利用可能な避難場所は屋内空間のみとなり、地域によっては避難距離が長くなり、避難所の収容能力に対する避難者の増加が明らかになった。

2) 積雪期には避難距離が長くなり、避難場所に対する充足度が低下する地域が大半を占めるが、その変化の内容、度合いには地域差がある。

3) 避難場所と地域人口の充足関係を重ね合わせて類型化した結果、札幌駅から離れた、琴似駅や元町駅等の周辺で避難距離に問題はないが、ほとんどの地域で有雪期の避難場所の収容能力以上の地域人口が分布していることが明らかになった。また、札幌駅から大通駅にかけては、避難場所の地域人口が収容能力を超過し、避難距離も大きくなるために、災害脆弱性の高いことが明らかになった。

4) 札幌市の地域防災計画、都市計画は常に有雪期を考慮し、積雪で受ける影響の地域差に対応したものでなくてはならない。

本稿では分析の一例を示したに過ぎないが、地域分類から、積雪の影響を受け、対象地域の大半で、避難場所への距離、避難可能人員数に対する過剰人口が発生することが明らかとなった。積雪期に避難距離には影響を受けないが、1,000人以上の屋内又は屋外施設の過剰人口が発生する地域が多い。

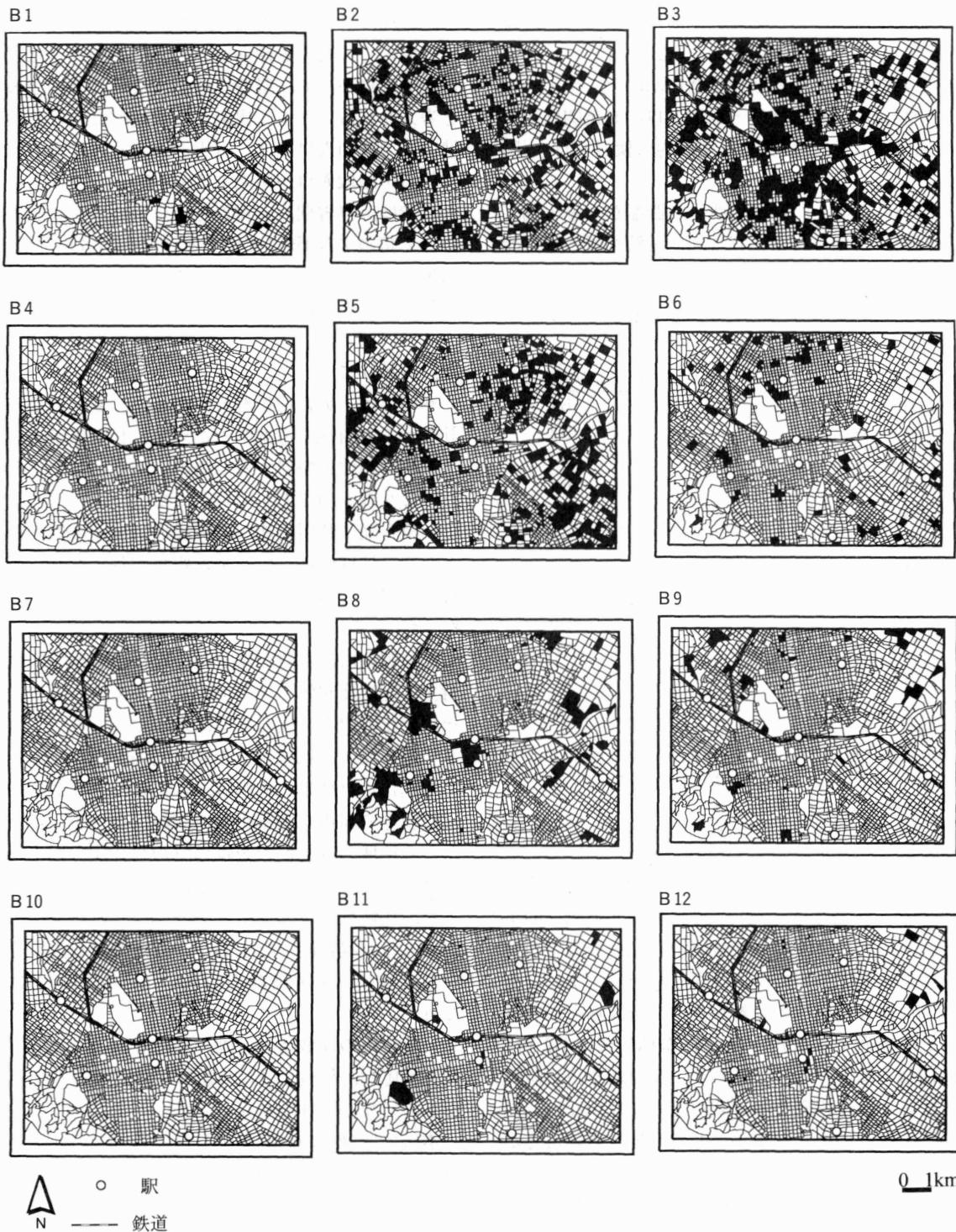
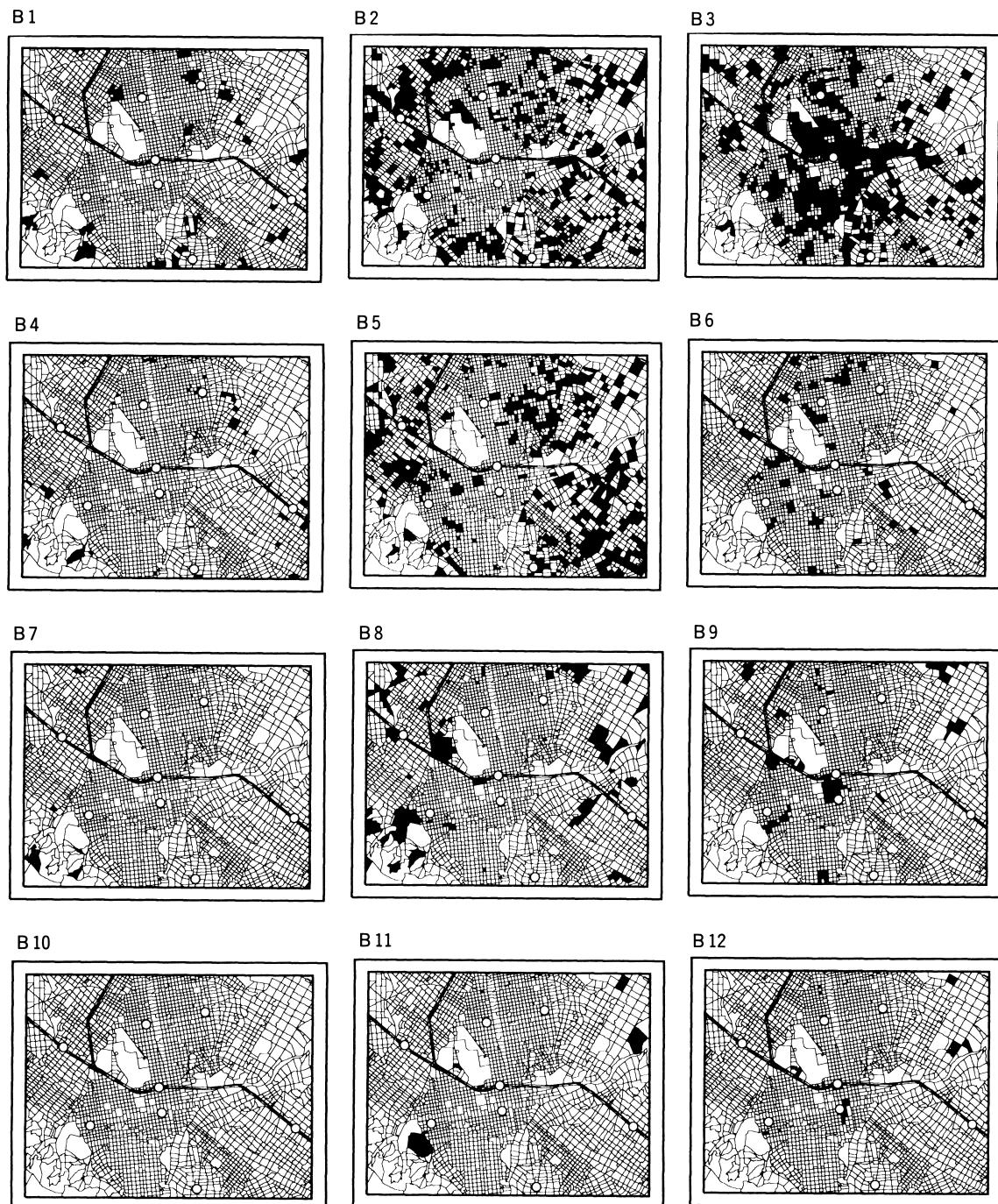


図12 避難場所の距離と充足関係(夜間人口)



N
○ 駅
— 鉄道

0_1km

図13 避難場所の距離と充足関係(従業者人口)

そのため必要なことは、積雪時の屋内スペースの確保である。札幌市防災会議事務局編(1998b)において、冬季に対応した避難場所の有効活用の必要性があげられている。しかしここでは、屋内避難スペース確保のことには言及していない。阪神・淡路大震災では被災者が、避難行動を起こす際に、「指定避難場所は安全である」という意思決定が行われたことが明らかになっている(横田ほか, 1996)。そのことから、収容避難場所として利用可能である施設は、避難場所の指定を行うことが求められる。また、事業所等の日常的に解放されていない建物でも、災害時に安全と思われるものには避難場所に指定するなど、屋内避難スペースを増加させることが必要である。積雪期において、避難距離が長くなる等の影響を受ける地域への対策は、より多くの避難場所の確保や、避難経路の歩行障害、災害弱者の移動労力の軽減が求められる。

上記の問題点を改善するためには、まず、データはリアルタイムで更新されなければならない。久保(1996)により紙地図におけるデータの劣化が示されているが、国土地理院の数値地図においても、更新頻度が明示されず、更新速度も遅いのが現状である。急速に進みつつある情報通信網を利用し、情報の劣化を防ぐなどの対策が必要である。

次に空間情報の共有化が必要である。クリアリングハウス等による地域データの共有化が盛んになりつつあるが、現状では情報提供が少なく、有益に機能していない。災害に関する空間情報を共有化することで、災害を考慮した都市計画、福祉計画等に応用が可能になり、災害情報の効果がより高まることが期待できる。

そして、上述した分析結果を何らかの形で、企業や住民等に提示することが重要と考えられる。その際に情報は、提示する側からの一方通行ではなく、企業や住民等の実害を被る側からも情報を受け入れられるようにすることが必要である。そのことにより、地域社会における防災意識が高まり、結果的に被害が減少するものと考えられる。

分析結果を現実的なものとするには、本稿においてもいくつか改善すべき点がある。

避難場所を防災計画に基づき3つに分類し、一

次避難に関する分析にとどまったが、避難場所は一様ではなく、牧ほか(1996)が示すように避難所における居住環境についての議論も必要である。また、GISによる分析をより有益なものとするためにも、都市構造や、土地利用の状況などのデータ関連を探ることも、必要である。また、バッファによる解析だけでなく、宮澤(2000)のように、道路ネットワークの情報をデータベースに組み入れ、様々な状況を想定した避難経路の分析を行うことも重要である。さらに、積雪に限らず、悪天候による影響、地震以外の災害時の状況など、様々な想定で防災計画をたてるうえで、本稿のような事例を積み重ねていくことが必要である。最後に空間情報を構築するまでの時間や、コストに関する議論、災害情報を公開する上で、プライバシーや社会制度面の議論も今後の課題としたい。

謝 辞

本稿作成にあたり、橋本雄一先生をはじめとする北海道大学大学院文学研究科地域システム科学講座の諸先生方からご指導をいただきました。そして、札幌市消防局防災部防災課の志田孝司様からは、貴重なご助言、資料の提供を頂きました。さらに、査読者から貴重なご意見を頂きました。ここに記して、厚く御礼申し上げます。

注

- 1) 例えば香川(1995)は、阪神・淡路大震災において、地震被害を自然的・人文的環境の相互の関係から捉え、石井ほか(1996)は、人的被害や、震災犠牲者発生の地域的特徴を分析した。また、福留(1999)は、建築物被害の差異を、土地や建物の所有形態の違いから明らかにした。
- 2) 本稿では、空間データの加工、解析、表示にGISを利用する。GISを利用することにより避難距離、避難所の充足関係等の地域防災特性を、条丁目の空間スケールで求めることが可能となる。GISソフトウェアとして、主にESRI社のArcView3.2日本語版、Arc/Info7.2(PC版)、インフォマティックス社のSIS5.0 MapManagerを使用した。
- 3) バッファ、ティーセン等のGISによる分析に関しては、Hashimoto and Nakamura(1992)や、野上ほか(2001)において詳しく図示されている。特にティーセン(ボロノイ)分割に関しては、岡部・鈴木(1992)が詳しい。また、神頭(1993)等の社会科学への活用事例もある。

- 4) 広域避難場所は、大地震・2次災害としての火災など大規模災害の発生時に市民の安全を確保するため、指定されている。これらは、火災等で発生する輻射熱の問題から、約0.2km²以上の面積を有する公園・広場などから選定され、その収容可能人数は、避難場所の内部通路を含めた全面積に対し、1人あたり1m²として算定されたものである。指定状況は全市で48カ所、延べ99,180km²、避難可能人員は5,644,000人となっている。
- 5) 一時避難場所は公園・広場・空き地・学校施設のグラウンド等に一時的に避難するもので、1人あたり1m²を基準として100人以上が避難可能な場所である。災害が発生して避難が必要な場合に家族や近所の人の安全を確保する身近な場所として設定されている。指定状況は、全市で1,020カ所、避難可能人員は8,528,000人となっている。
- 6) 収容避難場所は学校・集会所・寺社など給食設備を有するか又は応急的に給食を提供できる施設があり、かつ容易に給食物資を輸送できる場所で、1人あたり2m²を基準として50人以上が収容可能で、災害に対して安全とされる建物である。指定状況は、全市で607カ所、避難可能人員は207,000人となっている。屋根のある施設で気象状況等から、身体や生命を守る場所として役割づけている。

参考文献

- 石井泰介・山崎憲治・生井貞行・内田博幸・岡沢修一(1996)：阪神・淡路大震災における人的被害と避難の地域構造－激甚被害地区についての考察－。地理学評論, **69A**, 559-578.
- 岩井哲・亀田弘行・碓井照子・盛川仁(1996)：1995年兵庫県南部地震による西宮市都市施設被害のGISデータベース化と多重分析。GIS-理論と応用, **4-2**, 63-73.
- 碓井照子・小長谷一之(1995)：阪神・淡路大震災における道路交通損傷の地域的パターン・GISによる分析。地理学評論, **69A**, 621-633.
- 碓井照子(1997)：阪神・淡路大震災の学術ボランティア活動とGIS教育からみた地理学における情報化。地理科学 **52**, 143-153.
- 岡部篤行・鈴木敦夫(1992)：『最適配置の数理』。朝倉書店。9-41.
- 香川貴志(1995)：兵庫県南部地震による豊中市の被災状況。地理学評論, **68A**, 550-562.
- 角本繁・亀田弘行(1996)：災害情報の特徴と管理方式についての考察-阪神・淡路大震災の経験から-。京都大学防災研究所年報, **39B**, 71-78.
- 柏原土郎・上野淳・森田孝夫(1998)：阪神・淡路大震災における避難所の研究。大阪大学出版会。265-307
- 久保幸夫(1996)：『新しい地理情報技術』。古今書院。30-46
- 高阪宏行(2000)：GISを利用した火碎流の被害予測と避難・救護計画-浅間山を例として-。地理学評論, **73A**, 483-497.
- 神頭広好(1993)：『わが国3大都市圏における空間構造-理論と応用-』。愛知大学経営総合科学研究所。89-99.
- 貞広幸雄(2001)：空間分析とGIS。高阪宏行・村山祐司編『GIS-地理学への貢献』。古今書院。289-299.
- 札幌市都市整備局開発部宅地課編(1992)：都市計画法による開発行為の手引き。宅地開発行政研究会。72p.
- 札幌市防災会議事務局編(1998a)：『札幌市地域防災計画資料編』46p.
- 札幌市防災会議事務局編(1998b)：『札幌市地域防災計画』139p.
- 野上道男・岡部篤行・貞広幸雄・隈元崇・西川治(2001)：『地理情報学入門』東京大学出版会。58-70.
- 萩原良巳・碓井照子・新胡正人・浜田典行(1999)：GISを利用した防災計画のための高齢者の生活行動に関する基礎的研究。総合防災研究報告, **8**, 1-28. 京都大学防災研究所総合防災研究部門。
- 萩原良巳・清水康夫・亀田寛之・秋山智広(2000)：GISを用いた災害弱地域と高齢者の生活行動に関する研究-京都市上京区を例にして-。総合防災研究報告, **10**, 京都大学防災研究所総合防災研究部門。
- 原科幸彦・山本佳世子(1999)：地域防災性指標としての公共的緑地の充足度評価。総合都市研究, **70**, 29-49.
- 福留邦洋(1999)：土地・建物の所有概念からみた阪神・淡路大震災における建物被害の社会的要因-神戸市上沢駅周辺地区を事例として-。地理学評論, **72A**, 668-690.
- 牧紀男・三浦研・小林正美(1996)：阪神・淡路大震災の応急居住環境に関する研究。京都大学防災研究所年報, **39B**, 79-92.
- 宮澤仁(2000)：街路ネットワークにおける時間地理学の基本概念の操作化とその有効性。人文地理, **52**, 74-89.
- 山本佳世子(2000)：地域防災性からみた公共的緑地の充足度評価方法に関する研究。環境科学会誌, **13**, 439-454.
- 横田隆司・柏原土郎・森田孝夫・吉村英祐・阪田弘一・辻勝治(1996)：神戸市における避難所の圈域構造について。地域施設計画研究, **14**, 325-332.
- Y.Hasimoto and Y.Nakamura (1992) : Applications of ARC/INFO in Geographical Analyses. *Proceedings of the International Symposium on Geographic Information Systems: 'Geographic Information systems: Present and Future'*, United Nations Center for Regional Development, **3**, 197-222.