

1983年日本海中部地震の負傷者(その2)

塩野 計司* 小坂 俊吉*

要 約

1983年日本海中部地震による、能代市での負傷者(津波によるものを除く)に着目し、その発生分布について考察した。新たな試みとして、人口構成や居住環境などの、社会的側面をもった地域特性に注目し、これと負傷者の発生分布との関係を調査した。分析の結果、次の点が明らかになった。

- ①震度が5の範囲内にあるとき、負傷者の発生した地域では、建物密度が高い、人口密度が高い、一戸あたりの住居面積が少ない、女性人口率が高い、高齢者人口率が高いという傾向がある。
- ②震度が5の範囲内にあるとき、地震動の強さと負傷者の発生状況の間には明らかな対応関係は見られない。
- ③建物密度、一戸あたり住居面積、女性人口率、高齢者人口率を説明変数とし、地域内での負傷者発生の有無を判別する実験式を構成した。解析対象地域の人口密度に従って説明変数の適当な組み合わせを選ぶことにより、既往の知識と矛盾しない実験式が得られる。

1 はじめに

筆者らは、1982年浦河沖地震を契機として、地震時の負傷者の低減を目的とした研究を開始した(小坂・塩野, 1982)。その後、1983年日本海中部地震の際にも、この研究を継続する機会を得て、負傷事故について調査した(塩野・他, 1983)。

日本海中部地震は人的、物的の別を問わず、津波被害の大きいことが一つの特徴であった。負傷者についてもその傾向は見られたが、負傷者の約半数は津波以外の原因によるものであった。筆者らが注目するのは津波以外の原因による負傷者であり、家屋内外での物体の転倒や落下、あるいは

負傷者自身の転倒などを原因とするものである。

各種の被害が集中した能代市では、津波以外の原因による負傷者が50名ほど発生しているが、筆者らの調査によって、その内の37名の負傷地点が明らかにされた。また、負傷者の発生した地点の分布が建物被害の分布とは一致しないことを指摘し、負傷者の発生には、建物被害など物的被害とは質的に異なる要因が関与している可能性を示唆した。

地震動の強さは物的被害を支配する要因として最も重要なものであり、これとの関連で地盤条件、地形条件などが研究されてきた。地震動の強さという物理的な要因が人的被害の発生に対しても大きな影響を持つことは推測に難くない。しかし、

負傷者の場合には、物理的な要因に加え、人口構成や生活空間の違いなどのような、社会的側面を持った要因の関与することが考えられる。

本報告では、負傷者の発生に関与する要因として、社会的な視点を持つものをも導入しつつ、能代市の負傷者発生分布に考察を加える。

2 資料と地域指標

2-1 地域区分

負傷者の発生分布は、町および字の単位で考えることにした。以下、町あるいは字の単位を地域と呼ぶ。

能代市は、面積245.32km²、人口60,545人を有する(1983年5月1日現在)。市域は375の地域に分けられているが、字のなかには人口の極めて少ないものも含まれる。それらは、ほとんどの部分が農地や山林で占められているものであり、負傷者を取り扱う問題では除いておくのが適当である。実際には、アンケートによる震度調査(後述)が行われたさい、10件以上の回答が得られ、信頼性の高い震度値(地域の代表値)が求められている地域だけを取り上げることにした。このような条件を満たす地域は88に達した。地域区分の様子をFi-

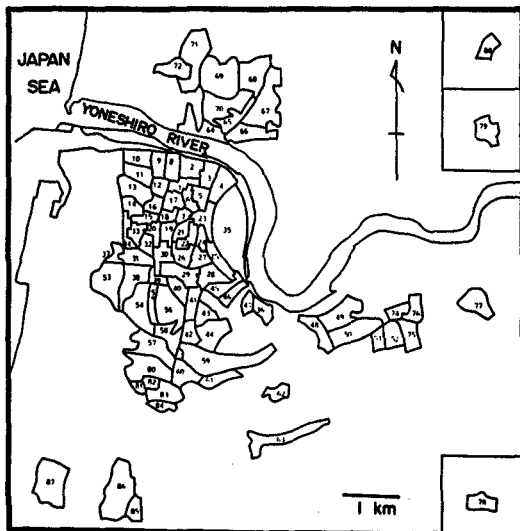


Figure 1. Map of Noshiro City showing zone units.

gure 1 に示した。これら88の地域を含む範囲を領域 A と呼ぶことにする。

各地域の人口密度を算出し、最も大きな値(住吉町の16,011人/km²)の10%および20%に満たない地域を除いた範囲をそれぞれ、領域 B、C と呼ぶことにする (Figure 2)。これら3つの領域の面積と人口、人口密度を Table 1 に示した。

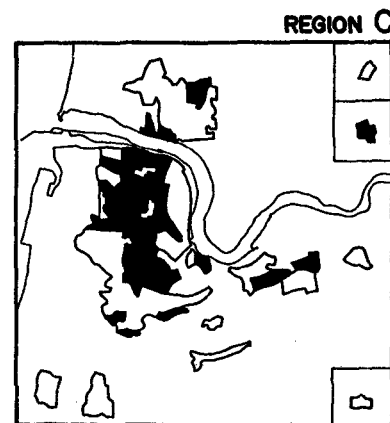
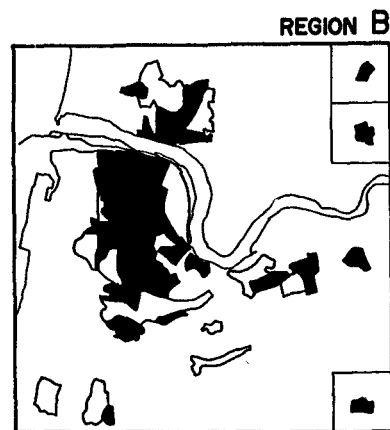


Figure 2. Upper part: Region B that consists of zone units having population density of 10% of maximum value in the city and higher. Lower part: Region C that consists of zone units having population density of 20% of maximum value in the city and higher.

Table 1
Outline of Regions

		Number of zones	Area (km ²)		Population (persons)		Population Density (persons/km ²)
			total	average	total	average	
Region	A	88	19.24 (7.84%)*	0.219	45,538 (75.2%)**	517	2,367
	B	67	8.72 (3.55%)*	0.130	38,492 (63.6%)**	575	4,414
	C	45	5.25 (2.14%)*	0.117	31,293 (51.7%)**	695	5,961

* rate to total city area (245.32km²)

** rate to total city population (60,545 persons)

2-2 負傷者

資料は負傷者を対象とした通信調査(塩野・他, 前出)によって得られた。なお, 本研究では, 地震直後に医療機関での手当て(1回以上の診療)を受けたものを負傷者として取り扱う。

日本海中部地震での負傷者を原因と負傷地点について分類し, その概要を Table 2 に示した。負傷の原因が津波以外であり, 能代市で負傷したことが判っている負傷者は37名である。一方, 秋田県と青森県ではあわせて, 原因と負傷地点がともに不明なものが34名いる。この34名を考慮しても, 上述の37名についての資料は, 能代市で津波以外の原因によって発生した負傷者の分布を捉えたものとして, ほぼ満足すべきものである。

ある地域内での負傷者の発生状況(発生頻度)を表すためには, いくつかの方法が考えられる。たとえば,

負傷者の数

負傷者率=負傷者数/人口

負傷者発生密度=負傷者数/面積

などであり, 単に負傷者の有無だけに注目することもできる。上にあげたもののうちで, どれが最も適切な指標であるかを判断するためには, 今後さらに, いくつかの予備的考察が必要である。

本研究では, 負傷者の発生状況を表す指標として, 基本的には, 負傷者発生密度を用いることにする。なお, この指標に一定の「しきい値」を与えることによって, 負傷者の有無に注目した指標に読み替えることができる。すなわち, 「しきい値」を超える負傷者発生密度があった場合に, 地域内に負傷者が発生したと見做す方法である。本研究で取り扱う資料の場合, 負傷者発生密度に2.2人/km²という「しきい値」を設けることによって, 負傷者の有無と同じ見方になる。

Table 2
Number of injured persons

By Tsunami		95 persons
Other than	at Noshiro	37
Tsunami	other than Noshiro	40
Both cause and location are unknown		34

2-3 震度

地震後、能代市の全域を対象として、アンケート法による震度調査が行われ、250メートル間隔のメッシュ震度分布図(能代市総務部庶務課防災担当, 1984), および町、字を単位とする震度分布図が作られた(野越, 1984)。本研究では、町、字ごとにまとめられた資料を利用して、地域ごとの震度を与えた。

震度は5つの地域をのぞいて、5.0~5.9の範囲にあり、注目する領域を全体として見れば、気象庁震度階の5に相当する。ちなみに、上述の5つの地域での震度は、4.6が1地域、4.9が3地域、6.1が1地域である。

2-4 家屋被害

能代市総務部庶務課防災担当(前出)による被害調査の結果を参照した。家屋被害は住家、非住家の別に、全壊~半壊~一部損壊に分類され、地域ごとにまとめられている。この資料を利用し、被害率を次のように定義して家屋被害の指標とした。

被害率

$$= \frac{\text{全壊数} + 0.5 \times \text{半壊数} + 0.25 \times \text{一部損壊数}}{\text{世帯数}}$$

(ただし、住家被害に限る)

これと似た指標は、ほかにもいくつか考えられる。たとえば、一部損壊を考慮しないもの、非住家の被害も考慮するもの、分母を棟数とするものなどである。しかし、能代市での被害を、地域ごとの比較で捉えるためには、どの指標を用いても大きな違いは生じない。

2-5 建物

固定資産課税台帳をもとに編集され、地域ごとの棟数と床面積としてまとめられた資料を用いて地域内の建物の状況を捉えた。基本データは、1983年5月1日現在のものである。

資料はその性格上、いくつかの制約的な面を持っている。たとえば、棟数については増築や改築によって取り付けられた部分も一棟に数えられていることがあげられる。また、床面積について

は、住宅部分と事業所部分(店舗など)の仕分けができない。これらの点を考慮し、この資料を地域の建て込みの程度(家屋の密集度)を捉えることに利用した。その際、地域指標としては、次のようにして計算される建物密度を用いることにした。

$$\text{建物密度} = \text{床面積} / \text{地域面積}$$

2-6 人口、世帯数

地震より約3週間前にあたる、1983年5月1日現在の統計を資料とした。これは住民票にもとずいて編集されたものであり、記載された統計量は、地域ごとの世帯数と人口である。なお、人口は次のような6つの年齢区分に分類された男女別の統計になっている。

年齢区分：0~5歳、6~14歳、15~19歳、
20~59歳、60~64歳、65歳以上

人口と世帯数、さらに地域の面積を利用して、次に示す5つの指標を準備した。

人口密度

$$\text{平均世帯人員} = \text{人口} / \text{世帯数}$$

$$\text{女性人口率} = \text{女性人口} / \text{人口}$$

$$\text{幼少者人口密度} = \text{幼少者の人口} / \text{人口}$$

(ただし、6歳未満を幼少とする)

$$\text{高齢者人口密度} = \text{高齢者の人口} / \text{人口}$$

(ただし、65歳以上を高齡とする)

ここで、上記の平均世帯人数については、次のような点が指摘できる。Figure 3には、世帯人員と住宅の部屋数および住宅面積の関係を示した。昭和55年国勢調査結果を用い、秋田県の人口集中地域について整理したものである。世帯人員と住宅の広さには強い対応関係があり、世帯人員が住宅の広さを表す指標として利用できることがわかる。

前の節(2-5)で述べたように、固定資産課税のための資料から知ることのできる棟数や建物面積は、一世帯あたりの居住面積を捉える目的には適していない。一戸あたりの住宅面積を表す指標として、平均世帯人員に着目するのが得策である。

本研究で用いる人口の資料は全て夜間人口についてのものである。地震は木曜日の日中に起こっており(発震時は11時59分58秒)、日常の生活活動

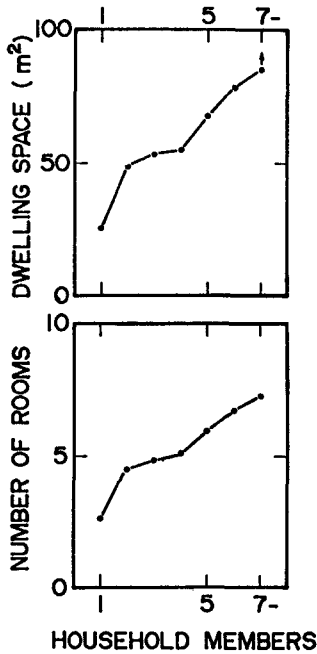


Figure 3. Number of rooms and area of a dwelling unit as functions of number of household members.

を考えれば、資料が示す人口分布と地震時の人口分布が一致していることは期待できない。地震時には、仕事や学校、あるいは買物などで、相当の数の人々が住宅地域から市内の中央部へ移動していたものと思われる。本研究で人口に関連する指標を取り扱う場合には、地震時の人口分布そのものを意識してではなく、地域の特性を表す指標の一つとして利用している。

3 解析

3-1 地域指標の相互関係

負傷者の有無と地域指標の分布状況を Figure 4 (a) ~ (i) に示した。Figure 4(a)では、負傷者の発生した地域に斜線を施した。地域ごとの負傷者発生密度として見た場合には、その上限が 64.5、下限が 2.2、平均値は 12.7 である (単位は人/km²)。

Figure 4 (b) では、震度について示した。斜線

を施した地域は 21 あり、震度が 5.6 以上と判定されたものである。

次に続く Figure 4 (c) ~ (i) では、被害率(高)、建物密度(高)、人口密度(高)、平均世帯人員(小)、女性人口率(高)、幼少人口率(高)、高齢人口率(高)について示している。各指標の後のかっこ内に示した傾向の上位 3 分の 1 にあたる地域に斜線を施している。かっこ内に示した傾向は、負傷事故の発生を促す方向と思われるものである。このような判断は、直観的ないし常識的なものであるが、同時に、すでに行ってきた調査の経験に矛盾しないものでもある。

二つの地域指標を選んで組み合わせ、斜線部分の分布が似ているものを捜してみた。そのような組み合わせとしては、

震度と被害率

建物密度と人口密度

建物密度と高齢者人口率

がある。また、幼少者率の高い部分と高齢者率の高い部分とは、互いに補い合うような分布になっている。

二つの指標の斜線部分を視覚的に、互いの類似性の面から比べることは、指標間の相関係数を調べることに似た意味がある。相互相関係数を計算し、結果を Figure 5 に示した。上にあげた指標の組み合わせには、始めの 3 組に正の大きな値が得られ、幼少者率と高齢者率の場合に負の大きな値が得られている。

一方、負傷者の発生分布と各指標の地域性との関連は、さらに興味のある問題である。斜線部分の分布が負傷者の発生分布と似ているものとしては、次の 5 つがあげられる。

建物密度

人口密度

平均世帯人員

女性人口率

高齢者人口率

ここに選び出されたものは、いずれも地域の住環境や地域に住む人間に関する指標であり、社会的な地域指標と呼ぶべきものである。他方、地震動の強さの指標である震度や被害率の高い地域

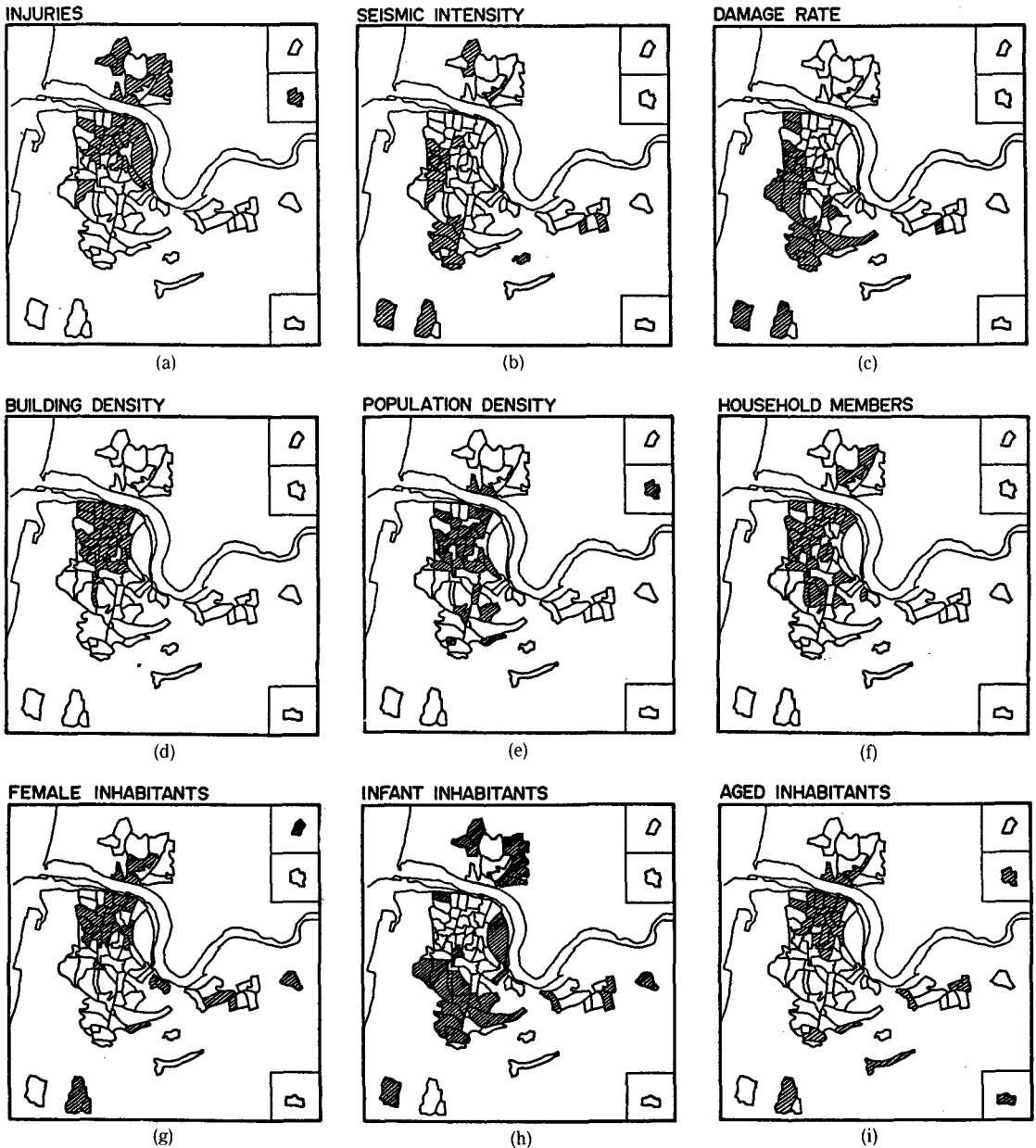


Figure 4. Maps of Noshiro City showing zone units

- (a) in which an injury (injuries) occurred.
- (b) in which seismic intensity was 5.6 and higher. Seismic intensity was investigated by means of questionnaire and is evaluated in accordance with JMA scale.
- (c) which are of higher-one-third-ranking in damage rate of dwelling houses.
- (d) which are of higher-one-third-ranking in building density.
- (e) which are of higher-one-third-ranking in population density.
- (f) which are of higher-one-third-ranking in averaged number of household members.
- (g) which are of higher-one-third-ranking in female inhabitant rate.
- (h) which are of higher-one-third-ranking in infant (under 6 years of age) inhabitant rate.
- (i) which are of higher-one-third-ranking in aged (65 years of age and over) inhabitant rate.

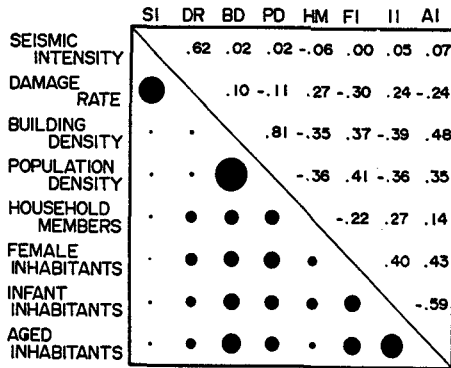


Figure 5. Cross-correlation coefficients between characteristic indexes of zones units.

が、負傷者の発生分布と一致していないことが指摘できる。能代市での震度は5の範囲内にあり、このような条件のもとでは、地震動の強さよりも、人間や住環境の特性が負傷者の発生状況と深く関連することを示している。

3-2 地域のグループ化

地域指標の値に従って、地域を高位～中位～低位の3つのグループに分けた。この分類は相対的なものであり、各グループに含まれる地域の数となるべく同じになるように配分した。ただし、震度(2桁の値として得られている)については、5.2以下を低位、5.3～5.5を中位、5.6以上を高位とした。なお、Figure 4の斜線部分は、領域A(地域数88)の場合の上位グループ(平均世帯人員については下位グループ)を示したものにほかならない。

地域指標の高位～中位～低位という3つの区分のほかに、地域内での負傷者の有無という視点を加え、3×2のクロス解析を行った。地域指標値の高～低で区分されたグループごとに、負傷者の有無の相対頻度を計算し、Figure 6に示した。

領域Aの場合を見れば、震度と被害率を除く6つの指標については、地域指標の変化(低位から高位へ)に対し、負傷者の発生した地域の割合は単調に変化(増加あるいは減少)している。ただし、幼少者人口率については、それが高いほど負

傷者の発生する地域の割合が低くなっており、常識的な推測とウラハラの関係にある。負傷者の発生と関連を持つ地域指標としては、震度と被害率、それと幼少者人口の3つを除き、残りの5つが有力なものとして期待される。

領域BとCの場合にも、ほぼ同様な傾向がある。ただし、領域Bの場合、人口密度には期待される対応関係が見られない。

3-3 多変量解析

すでにいく通りかの方法で見てきたように、地域指標のなかには負傷者の発生と強い関連性を持つものがある。そのような指標の影響を同時に考慮することによって、各指標の重要性、あるいは指標相互の関連性を調べることも興味深い。また、このような考察は、被害予測式の構成へと発展する準備としても重要である。

多変量解析の際に説明変数として用いる地域指標としては、上記の検討結果を参照して、次の4つを選んだ。

- ① 建物密度
- ② 平均世帯人員(住宅の広さ)
- ③ 女性人口率
- ④ 高齢者人口率

なお、負傷者の有無と関連の深い地域指標として、ほかに人口密度があるが、これは建物密度との相関性が高い(相互相関係数0.81, Figure 5参照)。多変量解析の際の説明変数は独立性の高いものであることが必要であり、これらの指標のいずれか一方のみを用いることが必要である。ここでは、建物密度を用いることにした。

解析に際しては、地域指標の値をそのまま用いて連続量としての取り扱いをすることはせず、前の節と同様に、高位～中位～低位の3つのグループに分けた(カテゴリー化した)取り扱いをする。また、地域内での負傷発生の有無を判別するという問題を考察することにしたため、多変量解析の手法としては、数量化理論の第2類(質的な指標を含む資料の判別解析)を用いる。

上記の4つの指標を用いて解析し、得られたカテゴリー・ウェイトをFigure 7に示した。い

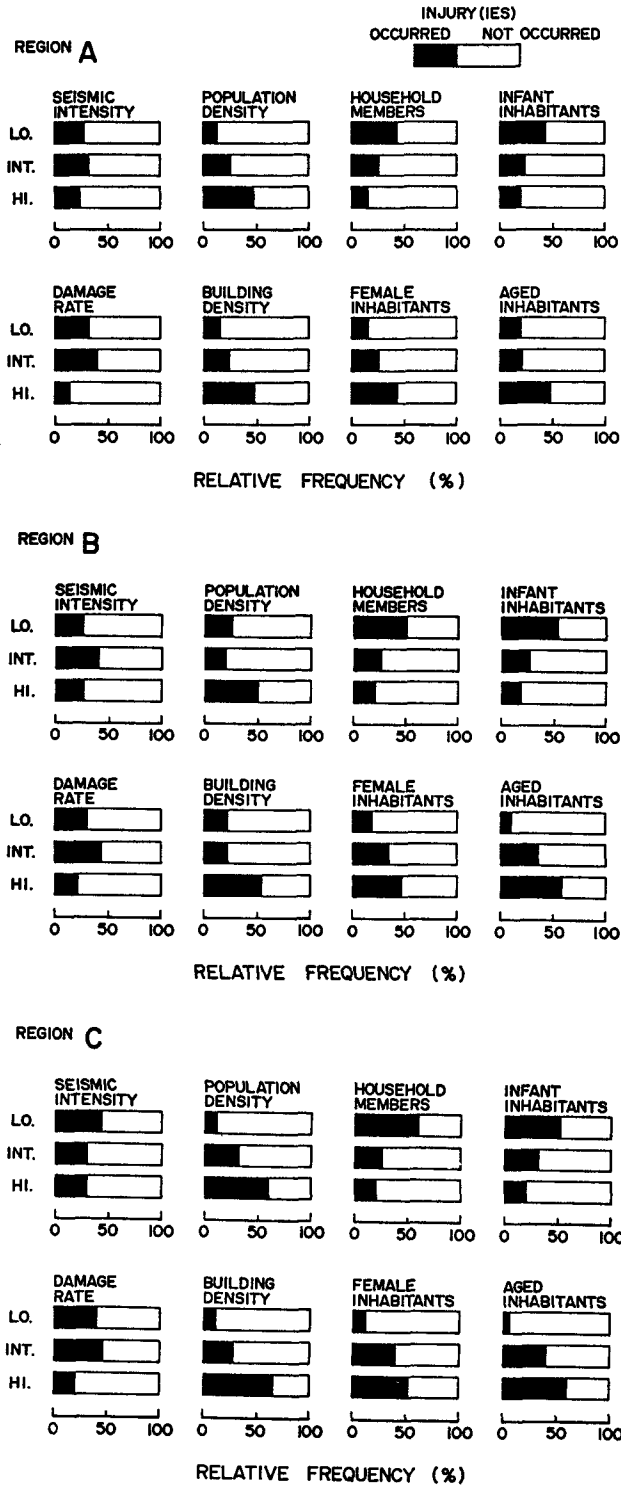


Figure 6. Number of zone units having injuries and of those having none.

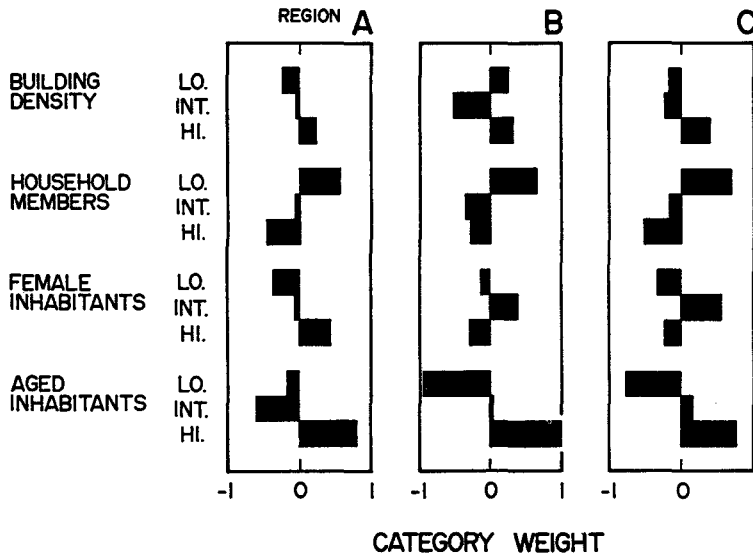


Figure 7. Category weights obtained in discriminant analyses.

れの場合も、正の値が負傷者の発生に対応するように図示した。Figure 7については、次のような点が指摘できる。

第1の点は、指標値の高位から低位への変化に従って、カテゴリー・ウェイトが単調に変化しない場合が生じることである。前の節で見てきたところから単純に推測すれば、カテゴリー・ウェイトは全ての指標(アイテム)について、Figure 8(a)のように変化することが期待できる。一つ一つの指標について見る限り、高位から低位への変化に従って、地域内に負傷者の発生する場合が次

第に多く、あるいは次第に少なくなっているためである。しかし、Figure 8(b), (c)のような例も少なからず、しかもどの解析領域(A,B,C)の場合にも見られる。説明変数として四つの地域指標を同時に用いたことにより、いわば相互の干渉作用を受けた結果である。

第2の点は、解析対象とした領域(A,B,C)が変わることによって、どの地域指標の場合にも、高位から低位への変化に対するカテゴリー・ウェイトの変化が様々に変化することである。一度に取り扱う範囲(領域)の人口密度に従って、各指標の持っている説明変数としての有用性が変化することを示している。

前にも述べたように、ここで使っている4つの指標については、そのどれもが高位から低位へと変化することによって、負傷者の発生に寄与する程度が単調に変化(増加あるいは減少)すると思われるものである。このような判断は、半ば直観的なものであるが、何度かの被害調査を重ねて得てきた経験とも矛盾しない。建て込んだ地域が危険なこと(建物密度)、狭い空間内に居ることが負傷に結びつきやすいこと(平均世帯人員~住居面積)、体力やとっさの判断力に劣る人々が負傷し

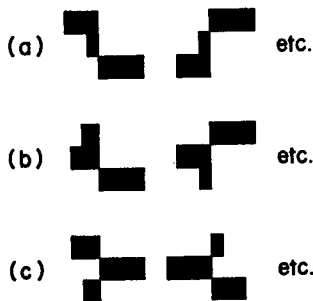


Figure 8. Examples of category weights for discriminant analyses.

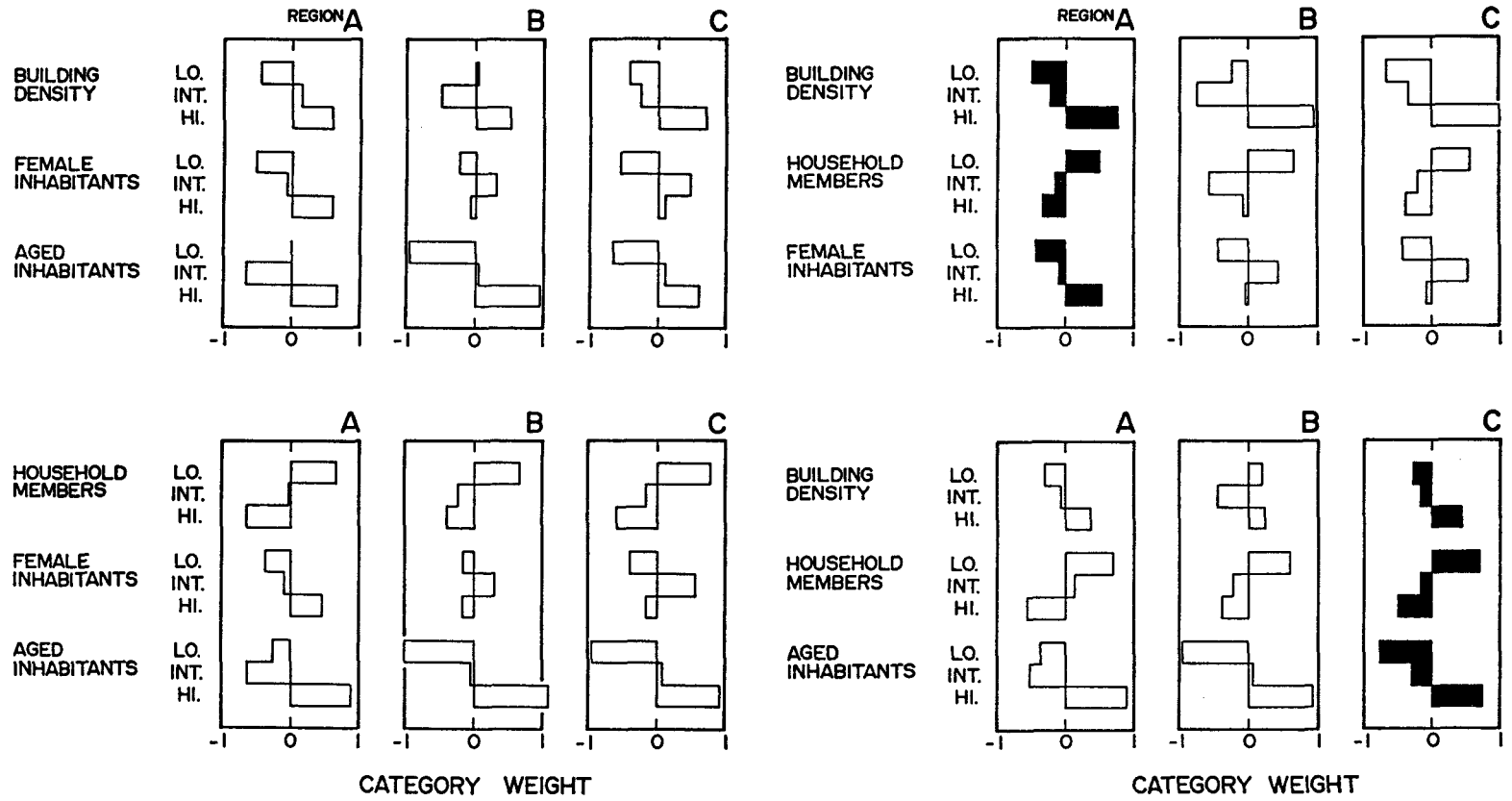


Figure 9. Category weights obtained in three-item discriminant analyses.

やすいこと(女性人口率, 高齢者人口率)は, 一般性の高い傾向と考えられる。

とすれば, 多変量解析という取り扱いのなかで, このような一般的な傾向が失われない限界がどこにあるのか調べておくことも無駄ではない。説明変数の数をへらして解析し, 全ての指標について Figure 8 (a) のようなカテゴリー・ウェイトが決定される場合を捜してみた。

四つの指標のなかから3つだけを選び, その組み合わせを用いて得られたカテゴリー・ウェイトを Figure 9に示した。すべての指標について期待されたカテゴリー・ウェイトの変化(Figure 8 (a) のようなもの)が見られたのは, 次の2つの場合である。

領域	説明変数
A	建物密度-平均世帯人員-女性人口率
C	建物密度-平均世帯人員-高齢者人口率

ちなみに, これら2つの場合の誤判別率は38%と23%(Figure 10)である。説明変数を3つに減らすことによって, 領域A,B,Cのすべての場合に, 期待されるカテゴリー・ウェイトの変化を示す組み合わせは得られなかった。

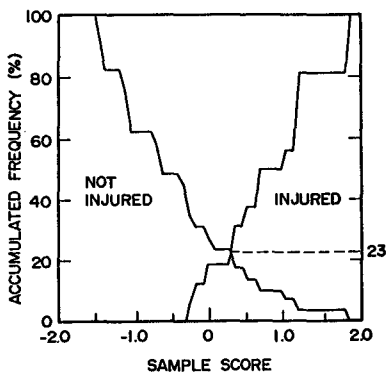


Figure 10. A result of a discriminant analysis.

ところで, 被害予測への応用を念頭に置いて被害データを分析する場合, 基準化された被害量(被害率など)の実験式を構成することが一つの目標となる。その意味から, データの処理が判別の問題に止ることには不満が残る。また, 本文では地

震動の強さの影響に言及できなかったが, これは取り扱った被害の特徴(資料の得られた地域の震度が5の範囲に限定されていること)に原因がある。震度が5~6程度の広い範囲に及んだ場合に, 地震動の強さは極めて重要な要因になるであろう。

4 おわりに

日本海中部地震による, 能代市での負傷者(津波によるものを除く)に着目し, その発生分布について考察した。本研究を通じてあきらかになった点を以下にあげる。

- i) 震度が5の範囲内にあるとき, 負傷者の発生した地域では, 相対的に
 - ① 建物密度が高い
 - ② 人口密度が高い
 - ③ 一戸あたりの住居面積が少ない
 - ④ 女性人口率が高い
 - ⑤ 高齢者人口率が高い
 という特徴がある。
- ii) 震度が5の範囲内にあるとき, 地震動の強さと負傷者の発生には明らかな対応関係は見られない。
- iii) 上記①~⑤の指標を説明変数とし, 負傷者発生の判別分析(地域内での負傷者発生の有無)を行った。その結果, 建物密度, 一戸あたりの住居面積, 女性人口率, 高齢者人口率の適当な組み合わせによって, 調査経験と矛盾しない重み係数を持つ判別式が得られた。ただし, 解析の対象となる領域の人口密度によって, 説明変数の組み合わせを変えなければならない。

人口構成や居住環境などの, 社会的側面をもった地域特性に注目し, これと負傷者の発生分布との関係を調査した。いくつかの点を明らかにし, 前報で指摘した問題の一つに不完全ながらも解答を得ることができた。また, 筆者らは, 本研究で行った分析が負傷者に関する被害予測の手法に通じるものであり, この目標への第一歩を踏み出すことができたと考えている。

一方、前報で指摘したもう一つの問題である、役割行動と負傷の関係については触れることができなかった。人々の中で被災の記憶が新しいうちに、調査の機会を得ていきたい。

本研究を進めるにあたっては、多くの方々から貴重な援助をいただいた。秋田大学の野越三雄先生には、震度調査の結果を参照させていただいた。能代市役所の職員の方々には、地域データの面でお力添えいただいた。とりわけ、総務部庶務課防災担当の平川賢悦さんにはお世話になった。末筆ながら、皆様に厚くお礼申し上げます。

文 献 一 覧

小坂俊吉・塩野計司

- 1982 「地震による負傷者について——1982年浦河沖地震を例とした予備的考察・その1」
『総合都市研究』17号, pp. 153-108・

塩野計司・小坂俊吉・加藤 雅

- 1983 「1983年日本海中部地震の負傷者」
『総合都市望究』20号, pp. 153-167・

野越三雄

- 1984 私信

能代市総務部庶務課防災担当(編)

- 1984 「昭和58年(1983年)5月28日／日本海中部地震／能代市の災害記録／——この教訓を後世に…」
能代市(発行), 613 pp.

THE INJURED IN THE NIHONKAI-CHUBU EARTHQUAKE OF 1983
(PART 2)

Keishi Shiono* and Shunkichi Kosaka*

*Center for Urban Studies, Tokyo Metropolitan University
Comprehensive Urban Studies, No.23, 1984, pp.93-105.

Injuries at Noshiro City, Akita Prefecture, in the Nihonkai-chubu Earthquake of 1983 were investigated. Casualties by tsunami were excluded in this study. Locality of zone units where injuries occurred, was examined in relation to seismological and social characteristics of them. Seismic intensity, damage rate of housing structures, and some indexes presenting social circumstances were employed as indicators of zone characteristics.

The following were found through this study:

- (1) In instance where seismic intensity is in the range of five on the Japan Meteorological Agency scale, building and population density, female inhabitant rate, and aged inhabitant rate are relatively high and dwelling space for a family is relatively small for zone units where injuries occurred.
- (2) In case seismic intensity is restricted in the range of five, severity of ground motion is not a primary factor to distinguish zone units having injuries from those having none.
- (3) An empirical formula to discriminate between zone units having injuries and those having none was derived. Building density, dwelling space for a family, female inhabitant rate, and aged inhabitant rate were used as predictor variables. Some reasonable formulas were obtained using appropriate combinations of the variables depending on population density of studied regions.