

避難生活における居住空間の安全性について

建設・機械系（建設システム工学科） 佐藤之紀

1 はじめに

日本は昔から地質構造上地震の多い国であり、有史以来何度も大きな地震を経験し、今後も大型地震が予想される。しかも地震は時を選ばずに発生する。大きな地震の後には被災者は避難生活を余儀なくされるが、それが真冬である場合、台風の最中である場合、就寝中である場合もある。何の準備もなく、設備の整っていない居住空間で長期間にわたる避難生活を送る上では、その居住空間の安全性が大きな問題である。本報告では、過去の大規模地震における気象状況と余震に着目し、環境工学の視点から分析し報告する。

2 過去の大型地震

2.1 過去の地震

過去の日本における大型地震は、日本最古のものでは599年の大和の地震が、最も古く被害記述のあるものとして日本書紀に記されている。その後1995年1月17日に兵庫県南部で発生した「阪神・淡路大震災」までに数多くの大型地震が発生し、多大な被害を出してきた。

本報告では地震発生の時期と被害の特徴に着目し、1923年（大正12年）9月関東南部で発生した「関東大震災」、1948年（昭和23年）6月福井平野で発生した「福井地震」、1993年（平成5年）1月釧路沖で発生した「釧路沖地震」、1993年（平成5年）7月北海道南西沖で発生した「北海道南西沖地震」を対象とした。以下に各地震の特徴を記述する。

2.2 関東大震災

この地震は1923年（大正12年）9月1日に関東南部でマグニチュード7.9を記録したものである。この地震の特徴は発生後の火災にあり、地震発生前1週間から発生後2週間の気温を図1-1に示す。9月1日と2日の最高・最低気温が上昇しているのは、この火災のためである。またその大火により、烈風や旋風が多発し大きな被害を出した。

図1-2～3ではそれぞれ降水量、風速を示しているが、この図から判るように震災直後に降雨と強風が認められる。建築物は震災によって崩れ火災によって消失したため、多くの被災者は屋外において生活しなければならない。また図1-4でも判るように、地震後の有感余震回数が極めて多く、心理的側面から見れば、また倒壊するおそれのある建築物には安易には避難できず、故に長期間にわたり被災者は風雨に曝されることになる。

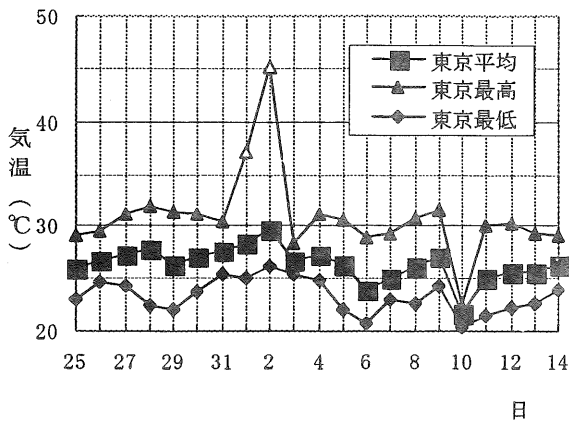


図1-1 日平均温度

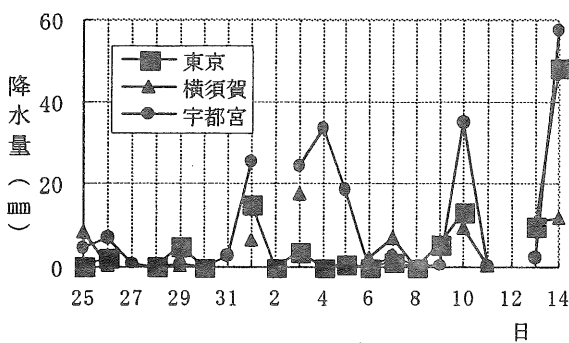


図1-2 日平均降水量

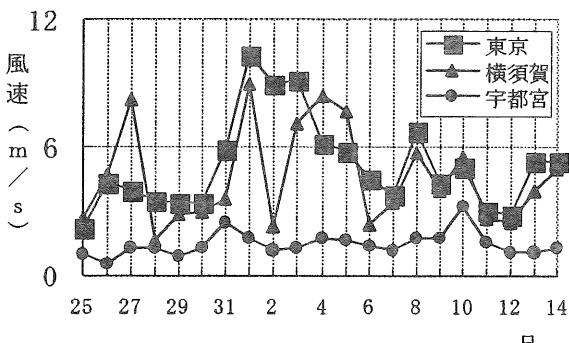


図1-3 日平均風速

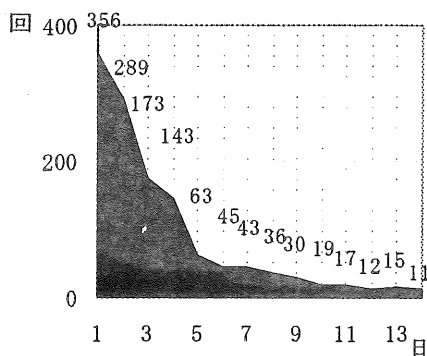


図1-4 有感余震回数

この地震は関東の9月であるが、もしも冬の場合なら被害は更に大きくなるのは勿論のこと、この時期であったにせよ、図1-1に示す通り、9月10日で20度まで気温が低下しており、図1-2により降雨が確認できることから、この状況下で避難生活を送ることは危険であることが容易に判断できる。仮に10日遅ければ被害はもっと大きかったであろう。

2.3 福井地震

この地震は1948年(昭和23年)6月28日に福井平野及びその付近に限られ発生したものである。規模はマグニチュード7.1である。

図2-1~2に示すように、地震の当日金沢では降雨があり、気温も低い。また地震後数日間気温の上昇はなく、7月3日にまた金沢で降雨があり、福井全域的に気温が低い。関東大震災に比べ、金沢では地震発生と降雨が重なっているケースである。

2.4 北海道南西沖地震

この地震は1993年(平成5年)7月12日に北海道南西沖において発生したものである。規模はマグニチュード7.8である。

この地震の特徴は、地震発生直後の津波である。奥尻島の特に青苗地区と呼ばれる島の南端部は火災も発生し壊滅的被害を受けた。

地震発生は夜間であり、地震発生直後に奥尻島には津波が襲来している。灯りも避難準備もままならない状態であったために、多数の人々が犠牲になった。この地震も夏であったが、もしも冬であった時の被害は雪国であるが故に甚大であったであろうと考えられる。しかし先の関東大震災、福井地震に比べ、

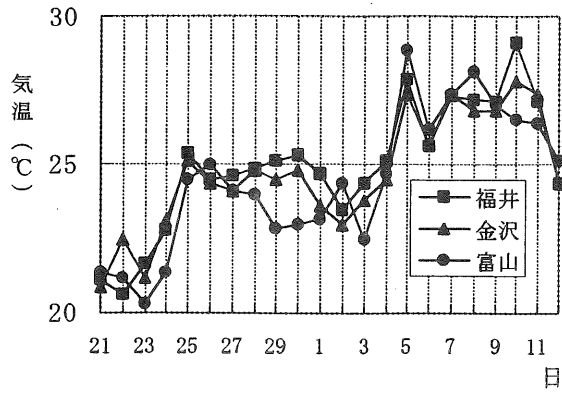


图2-1 日平均气温

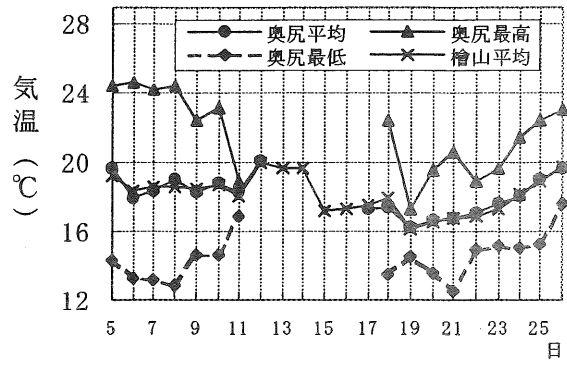


图3-1 日平均气温

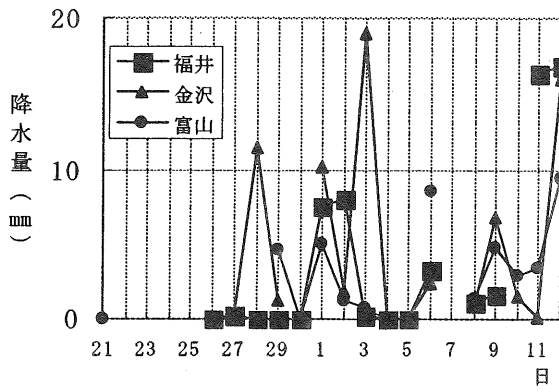


图2-2 日平均降水量

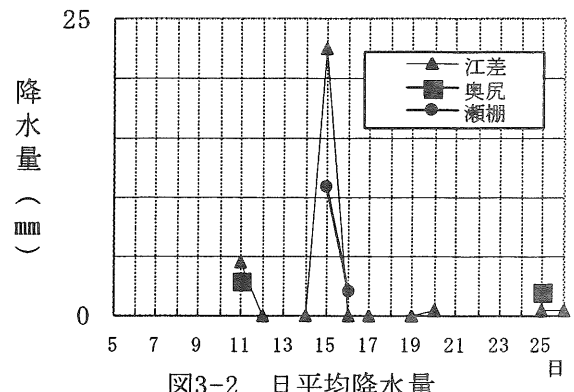


图3-2 日平均降水量

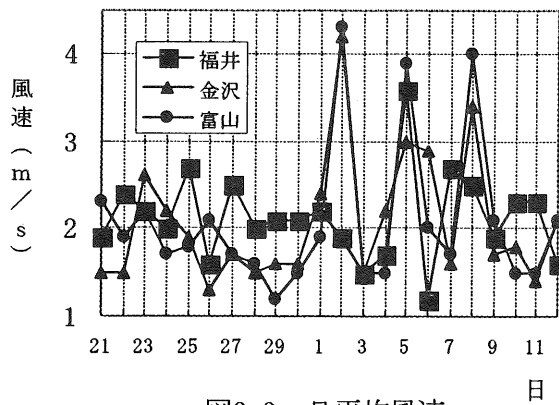


图2-3 日平均风速

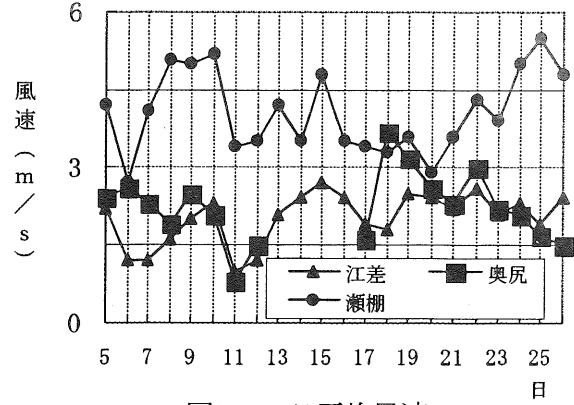


图3-3 日平均风速

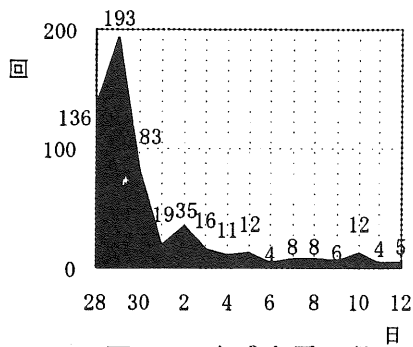


图2-4 有感余震回数

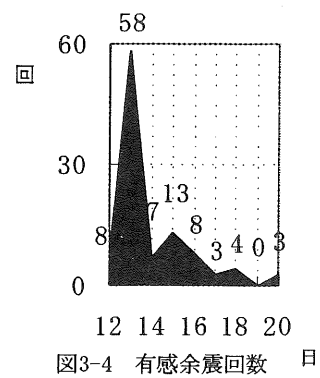


图3-4 有感余震回数

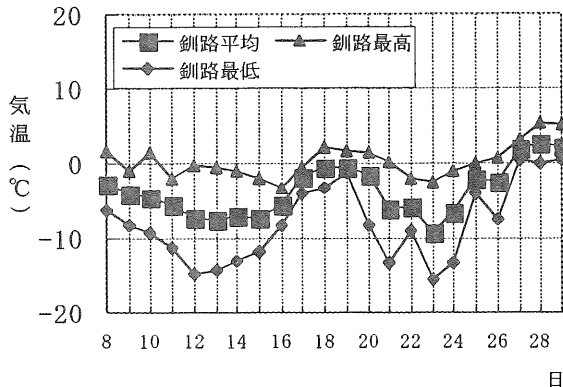


図4-1 日平均気温

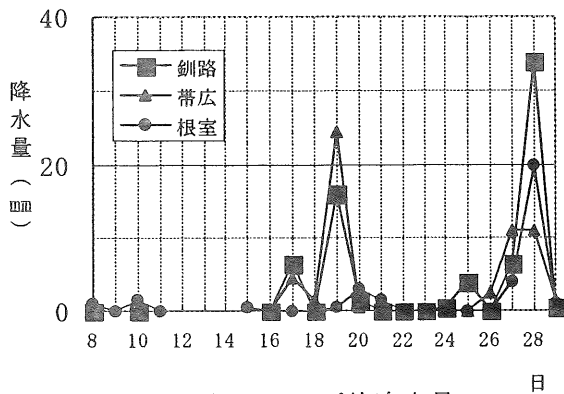


図4-2 日平均降水量

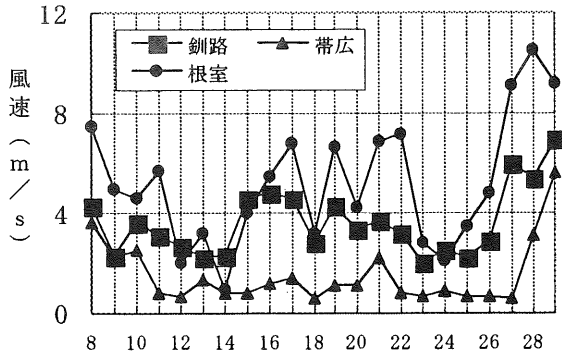


図4-3 日平均風速

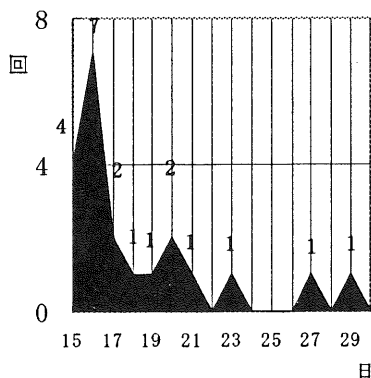


図4-4 有感余震回数

たとえ夏であっても図3-1から判るように、その気温は決して高くない。さらに図3-2では降雨の確認はできないが、津波により着衣が濡れてしまっている可能性が高いため、人の感覚としての寒さ感は大い。しかも3日後にはこの付近では降雨を確認できる。またこの地震のように離島で被災した場合、救援物資の遅れ、あるいは寸断を生じ、救援・復興も困難である。その場合、いかに安全な避難場所を確保するかが重要である。

2.5 釧路沖地震

この地震は1993年(平成5年)1月15日に釧路沖において発生したものである。地震の規模はマグニチュード7.8である。この地震の特徴は、まず冬であること、そしてその地震の型が、北海道の下に沈み込む太平洋プレートの内部、深さ約100kmで発生した地震で、この型の地震としては例外的に規模が大きかったことである。

真冬期であるから、図4-1でも判るように、気温は平均気温でも氷点下であり、零度を上回る日は僅かである。図4-2から地震発生より4日後には降水を確認できる。図4-1との関連で見ると降雪であることが判るが、冬期の避難生活下で雪や霜により着衣が濡れたり湿気を帯びることは危険である。風にあたる状況では凍傷等の危険性もある。

以上、過去のいくつかの地震時の気象データを基に分析すると、冬期の避難生活はもちろんのこと、例え夏期であっても容易に危険な状態に曝されてしまうことが判る。

実際に避難生活が始まれば、毛布などの救援物資が届くが、それだけでは体温の保温上依然危険であることに変わりはない。それで

は、実際にどのような着衣が必要であるか、次の項で述べる。

3 クロ値

布地の保温性は物理的に測定することができる。それは布地の繊維の熱伝導性や、布地に含まれる空気の含有量によるものであるが、衣服はそれぞれ大きさやデザインが異なるため、同じ布地を用いても保温性が大きく変化する。そのため、衣服の保温性は布地と全く別に定義される。

この衣服の保温性をGaggeらがクロ値(Clo-value)という実用単位を定めた。1 cloの衣服とは気温21.2℃、相対湿度50%、風速0.1m/sの室内で、安静に座っている人が暑くも寒くもない中立の温度感覚にあるものである。なお裸体では0 cloである。主な衣服のclo値は表1の通りであるが、衣服には様々なデザインがあるので必ずしもこの値とは限らない。例えばブリーフで0.02~0.05clo、ブラジャーで0.01~0.04cloの範囲がある。

表1には「clo値」と「I clo値」とがあるが、clo値は各衣服単独でのclo値であり、I clo値は以下の方法で計算した、重ね着した場合のclo値である。この式はASHRAEに報告されたSpragueらの式を、Nevinsらがまとめた式であり、1 clo以下の着衣な

らばほぼこれで求められる。1 clo以上の場合は、Olesenの $Y = 1.00X$ で求められる。

$$\text{男性 } Y = 0.75X + 0.1$$

$$\text{女性 } Y = 0.8X + 0.05 \quad \text{ただし、} X = \text{衣類のclo値の和とする。}$$

一方、clo値と周囲温度との関係は図5の通りであるから、表1の男性冬服1.08cloなら22℃くらい、女性冬服0.94cloなら24℃くらいが快適さを保てる温度である。

しかし現実の避難生活では、満足のいく衣類を準備して避難する余地はなく、救援物資として毛布が配布されたとしても気象条件によっては危険性を伴う。今回述べているclo値と温度の関係は、健康な成人が安静な状態でのデータであり、実際には負傷していたり罹患していたり、更には臨床医学的にショック症状を起こしている可能性が充分考えられることから、実際の被災者を対象とした場合事態は更に悪いものと判断できる。

	男				女			
	品名	clo	I clo	品名	clo	I clo		
裸体	パ ン ツ	0.05	0.05	水着(セパレーツ)	0.04	0.04		
	total	0.05		total	0.04			
夏服	ブリーフ	0.05	0.63	ブラジャー	0.04	0.49		
	半袖アンダーシャツ	0.09		パンティ	0.04			
	半袖カッターシャツ	0.19		半スリッパ	0.13			
	ズボン(厚手)	0.32		スカート(薄手)	0.15			
	靴 下	0.06		半袖ブラウス	0.17			
				靴 下	0.06			
	total	0.71		total	0.55			
冬服	ブリーフ	0.05	1.08	ブラジャー	0.04	0.94		
	半袖アンダーシャツ	0.09		パンティ	0.04			
	長袖カッターシャツ	0.29		パンティストッキング	0.01			
	ズボン(厚手)	0.32		長スリッパ	0.19			
	ジャケット(厚手)	0.49		スカート(厚手)	0.22			
	靴 下	0.06		ガードル	0.04			
				長袖ブラウス	0.20			
		セーター(厚手)	0.37					
total	1.30	total	1.11					
その他	ランニングシャツ	0.07		スーツ(ジャケット)	0.37			
	ワイシャツ	0.24		ロングスカート	0.34			
	ジャンパー(男女共通)	0.33		ワンピース(薄手)	0.25			
	(薄地~ダウン入)	1.10		ワンピース(厚手)	0.41			
コート(男女共通)	0.63			ベスト(男女共通)	0.14			

表1 各種衣服のclo値と重ね着した衣服のclo値
(人間-熱環境系より作成)

4 結果と考察

負傷や病気を考慮せず、安静に座った状態での各地震での必要なclo値（ただし「快適さ」を保つのに必要な値である）は、関東大震災の9月1日から14日までの東京の平均気温を26℃とした場合は0.5cloである。単純に考えれば女性なら表1の夏服にある様な衣装でよいが、その条件での湿度は82%、風速は6m/sであることを考慮しなければならない。しかし本報告では基準として気温にのみ着目する。

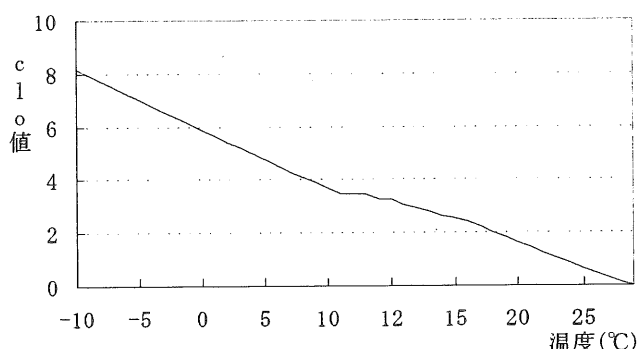
次に福井地震の6月28日から7月12日までの福井、富山、金沢の平均気温は26℃である。この場合も0.5cloであるが、前述した通り日常において快適さを保つのに必要な値である。

次に、北海道南西沖地震の7月12日から26日までの奥尻の平均気温は18℃であり、この場合は2cloを要する。表1より男女共に必要clo値に達していないことが判る。

また、釧路沖地震の1月15日から29日までの釧路の平均気温は-3℃であり、この場合には6.5clo必要になる。例え冬服にコートやジャンパーを着用し、毛布が支給されたとしても全く不足である。

以上の点から判断すると、冬期の避難生活では必要clo値に達することはかなり困難であり、夏期であったとしても必ずしも満足のいく衣装ではないことが判る。

図5 気温とclo値との組合せによる快適線図



5 結語

仮設住宅の整備や、毛布などの救援物資があったとしても、現在でもなお避難生活には大きな危険性がある。人間の三大要素の衣・食・住のうち、衣・住が不足することであり、それは健康を害し、負傷や病気によっては生命に関わる重大問題である。しかし未だに相当危険性を伴っているのが現状である。更には被災者の精神的影響を考慮した場合、今回分析した以上に危険性が伴うことが考えられる。本報告ではあくまでも環境工学の視点からのみ分析したものである。

本報告を発表するに当たり、終始御指導下さいました室蘭工業大学・窪田英樹教授に心より感謝申し上げます。また、同学・窪田研究室の御一同に深く謝意を表する。

引用文献

- 1) 人間-熱環境系. 日刊工業新聞社, p. 143, 250, 1989
- 2) P. O. Fanger : THERMAL COMFORT Analysis and applications in environmental engineering, pp. 22-30, 1970
- 3) 堀井崇司 : 人体皮膚表面温に着目した冬期室内気候の評価, 室蘭工業大学平成8年度博士前期課程論文, pp. 53-62, 1997
- 4) 中村左衛門太郎 : 関東大震災調査報告(地震篇). 中央气象台, p. 48, 1924
- 5) 中央气象台月報 大正12年8月全国気象表. 中央气象台, pp. 58-135, 1925
- 6) 中央气象台月報 大正12年9月全国気象表. 中央气象台, pp. 58-135, 1925
- 7) 中央气象台月報 昭和23年6月全国気象表. 中央气象台, p. 179, 1949
- 8) 中央气象台月報 昭和23年7月全国気象表. 中央气象台, p. 211, 1950
- 9) 気象要覧 第586号昭和23年6月. 中央气象台, pp. 23-24, 1950
- 10) 気象要覧 第587号昭和23年7月. 中央气象台, pp. 23-25, 1950
- 11) 北海道気象月報 平成5年1月号. 札幌管区气象台, pp. 125-127, 1993
- 12) 北海道気象月報 平成5年7月号. 札幌管区气象台, pp. 130-138, 1993
- 13) 北海道林務部 : 1993. 7. 12 北海道南西沖地震の記録. 社団法人 北海道治山協会, p. 18, 1994
- 14) 釧路沖地震記録書. 釧路市, p. 18, 1993