

視点 防災

ウランバートルの地震防災

今年の三月からモンゴルの首都、ウランバートル市に滞在しています。何度か日本との間を行き来しますが、来年の六月までの予定でウランバートル市の地震防災計画を策定するプロジェクトに携わっています。そこで、ウランバートル市の地震防災について三回にわたって紹介してみたいと思います。初めは、ウランバートル市の様子とゲルの防災上の課題についてです。

■ウランバートルの地震

ウランバートル市で地震があるのと思われるでしょうが、モンゴルの西部では地震はあるのですが、東部にはほとんど起きません。ウランバートル市もモンゴルのやや東に位置

していますので、地震の経験はほとんどありません。しかしここ一〇年ほどの間に首都の近く、数十kmほどの距離に四つの断層が発見されました。もしそれらの断層が動くと、ウランバートル市ではM S K震度階による震度階級10程度の揺れが襲うとモンゴルの科学アカデミーは発表しています。震度階級10は加速度では四〇〇〇〜八〇〇ガルに相当します。

ウランバートル市の建物は社会主義国であった時代に建てられた建物で、一九八八年一月に発生したアルメニアのスピタク地震の被害と同様の、集合住宅が崩壊するような被害を受けることが懸念されています。またそれに加えて一九九二年に社会主義制度から資本主義制度に移行したのに伴って、計画経済

の下に構築されてきた社会の管理システムも変わらざるを得ません。

国营企業の民営化、土地の私有地化などが進み、その結果として地方での生活水準の悪化が著

しくなり、多くの人々が首都ウランバートルに流入してくるようになります。一九九八年には首都の人口は六五万人であったのが、二〇〇七年には一〇〇万人、二〇一二年には一二二万人と急増しています。

このような状況でモンゴル政府は日本に対してウランバートル市の地震防災計画の策定を求めてきたわけです。日本は防災関係でも



写真1 ウランバートル市第10地区消防署

■防災インターナショナル代表

小川雄二郎

いくつもの支援をしています。今年の三月にはモンゴルのバトボルド首相が来日された折に、ウランバートル市に消防車両を数十台貸ったか供与するというニュースがありました。写真1はプロジェクトの事務所と同じところにある第一〇地区消防署の車両の写真です。朝にはこの写真のように外に出しているのですが、日中はシャッターがついた建物の中に入っています。多くはソ連製の消防車と見受けられました。

ウランバートル市は地形的にはそれほど高くない丘陵に南北を挟まれた東西に長い都市で東西に二〇km程度、南北に五km程度です。中心市街地は中高層ビルがあり、周辺には遊牧民族のテントであるゲルに多くの人が居住



写真2 ウランバートル市の中心市街地

して、ゲル地区といわれています。写真2は宿泊しているホテルからの中心市街地で、写真3は中心市街地に隣接しているゲル地区、写真4は中心市街地から離れた山麓に広がっているゲル地区です。ウランバートルから三〇km程度離れると写真5のように草原が広がっています。近年の人口の急激な増加に対して、社会主義体制であったときのようには公的住宅を供給することはできなくなっており、流入する人々の多くはゲル地区に居住することになります。現在ではウランバートル市の人口の半分以上がゲル地域に居住する状況です。



写真3 中心市街地に隣接するゲル地区



写真4 中心地から離れた丘陵地帯にあるゲル地区

■ゲル地区の防災上の課題

今回はウランバートル市のゲル地区の防災上の課題について述べてみます。写真6はゲルを外から見た写真ですが、ゲルの直径は六m程度から一〇m程度です。トイレは外に作られています。入口は必ず南に面して設置され、入口を入ると正面（北側）は主人また客人が座る場所、左側（西側）に居間（寝るところ）、右側（東側）に台所（写真7）という造りです。真中にはストーブ（燃料は石炭、薪、まれにプロパンガス）があります。テントを立てる柱は、外周部に、細い木材を格子

状に斜めに組み合わせ、その上にテントの頂点に向かって木材が十数本伸びています。それをテントの中心で地面からの柱で支えています。テント地はフェルトだそうです。

防災上の観点からゲルを見ると、ゲルは恒久住宅として使用され



写真5 草原のゲル

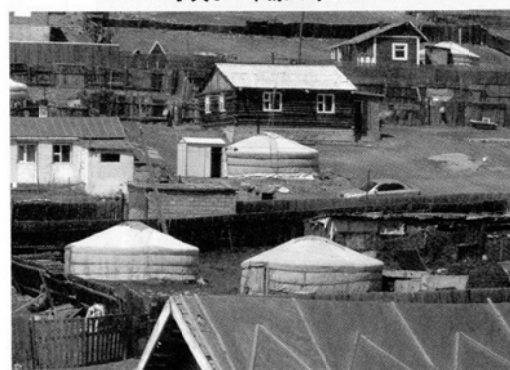


写真6 ゲルの近景

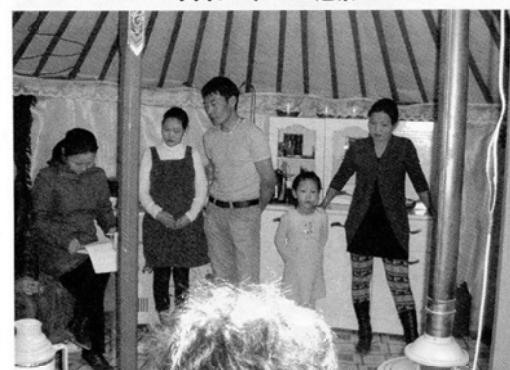


写真7 ゲルの内部・ストーブが見える



写真8 水を売るキオスク

ているのですが、基本的には移動可能なテントですから、地震時にはテントが倒れる恐れが十分にありますが、それだけであればよいのですが、冬には零下四〇度となる地域ですから中には必ずストーブがあります。それによって火災の発生は非常に高いと思われます。郊外に位置するゲル地区ではゲルとゲルの間隔はまだ広いのですが、市街地の近くにあるゲル地区はそれらの中に建てられている木造家屋とも接近し、延焼の恐れが高いと言わざるを得ません。

消防上の課題は更にあります。それはゲル地区の中には道路といった道路は皆無です。

ゲルの周りには必ず木の塀が作られています。その塀と塀の間が実質的な道路となっていて、それらの幅は広くなったり狭くなったり、行き止まりだったりします。そして斜面に建っているゲル地域では斜面に平行に走る道路が幅員方向に傾斜していますし、もちろん舗装されていませんので、冬には道路は凍結し車は滑って入れません。更に問題なのは、ゲル地域には上水道が整備されていません。住人はキオスクと呼ばれているところでポリタンクなどで生活用水を購入しています。写真8はキオスクで水を購入する写真です。当然なことなのですが上水道がないので消火栓

はなく、防火水槽もゲル地区では整備されていません。

■ウランバートル市の火災の状況

ここで、ウランバートル市の危機管理部が出している消防統計から火災の状況を紹介しておきます。これについては日本の火災統計とはだいぶ異なるようですが、最近八年間の火災件数等を表1に、またウランバートル市の広い面積を占める丘陵地帯の森林火災の火災件数等を表2に、そして火災の種類を表3に示します。これを見ると人口一二二万人で一日当たりの火災件数が二〇一一年で五・七

年	火災回数	救助者数	火災から保護した資産 百万tg	死者数	被害金額 百万tg
2004	1328	202	956.2	24	744.3
2005	1593	41	3178.5	29	962.8
2006	1523	56	5235.8	39	886.4
2007	1622	50	7184.05	58	1854.5
2008	1426	170	6920.08	22	1739.8
2009	1318	65	10757	33	1867.4
2010	1703	176	11108.35	39	1863.76
2011	2073	513	15236.04	38	1677.63
合計	12586	1273	60576.02	282	11596.59

表1 この8年間ウランバートル市において発生した火災の統計

	森林火災回数	火災発生面積 /ha	生態系被害 /百万tg	火災消火のための費用/百万tg
2004	5	21	39.9	0.6
2005	17	169	270.4	5.8
2006	35	481.9	769.6	11.6
2007	62	1163.9	1889.4	26.3
2008	22	2540.4	3434.3	19.5
2009	4	59.9	10.2	2.7
2010	5	16	0.5	3.2
2011	11	18.225	351.3	9.3
合計	161	4470.32	6765.1	75.8

表2 最近8年間ウランバートル市の緑地帯において発生した森林火災の統計

火災の種類	発生件数
屋外の火元、灰等	973
ストーブ、煙突の熱	281
原因不明	189
電気接触不良	239
電気接続不良	155
自動車、機械などの故障	40
溶接、バーナー等の火花	37
電気器具の故障	56
蠟燭、ランプ、煙草、マッチ	16
技術手順違反	6
車の排気管からの火花	19
意図的行為	25
石油類、可燃物	4
子どもの偶然な行為	5
その他	28
合計	2073

表4 2011年に発生した火災の原因

火災の種類	発生件数
個人住宅	507
ごみ	507
自動車	136
倉庫用小屋	104
ゲル	198
小店舗	59
電化製品	135
家具	97
建物	38
ガレージ	28
その他	264
合計	2073

表3 ウランバートル市において発生した火災の種類

件になっていきます。ちなみに表中の金額表示のところのTgはモンゴルの通貨テュグルで現在一円が一六Tgです。また「火災から保護した資産」が何を意味するのか不明です。他に、アパート火災での隣室への延焼、またゲル火災での隣家への類焼等を知りたかったのですが、火災件数は記載されていますが、焼失棟数や焼失面積、また延焼の有無などのデータはありませんでした。危機管理部の統計の担当者は、日本での火災統計でどのようなデータをまとめているのかを教えてください。

次回はゲルの延焼危険の評価手法について報告したいと思います。ウランバートル市危機管理部では地震時火災の出火危険や延焼危険評価は行っていない。そこで、ここで述べてきたようなウランバートル市の状況を踏まえた市街地火災の出火・延焼危険をプロジェクトにおいて提案する予定です。そこでは東京消防庁が研究開発されてきた手法を参考とさせていただきますので、ご支援をいただければ幸いです。

次回はゲルの延焼危険の評価手法について報告したいと思います。ウランバートル市危機管理部では地震時火災の出火危険や延焼危険評価は行っていない。そこで、ここで述べてきたようなウランバートル市の状況を踏まえた市街地火災の出火・延焼危険をプロジェクトにおいて提案する予定です。そこでは東京消防庁が研究開発されてきた手法を参考とさせていただきますので、ご支援をいただければ幸いです。

視点 防災

ゲル地区の延焼危険性の評価

あけましておめでとうございます。今年も平穏な一年でありますように。

昨年九月号に引き続き、モンゴルの首都ウランバートル市の防災事情をお伝えします。ゲル地区の延焼危険性の評価手法で苦労した話と学校での防災訓練の様子です。

ウランバートル市の地震防災計画の策定に協力するために昨年三月からウランバートルに来ていますが、この冬は寒いです。一月の平均気温は氷点下一五℃から氷点下二五℃です。一〇月中旬には雪が降りはじめました。まちを流れる用水路は昼でも凍ったままです。毎年九月一五日から四月一五日までは火力発電所から送られる温水による暖房が供給されます。なので、滞在するホテルの部屋は暖かく、夜も薄い毛布一枚で大丈夫です。人々は

石油ストーブや電気ストーブを持つ必要がありません。

■不燃建造物の市街地とゲル市街地

しかし、これは温水が供給されている区域だけの話です。ウランバートル市は、市街地が五階建てから一五階程度の不燃建築物で作られている地域と、ゲルと呼ばれる遊牧民族特有のテントで構成される地区（これをゲル地区と呼びます）に明確に区分されています（図1参照）。温水は前者の地区だけに供給されており、ゲルでは石炭ストーブで暖房、調理を行っています。ゲル地区には上水道、下水道は整備されておらず、毎日水をキオスクに手押し車で買いに行きます。ウランバートル市の人口の六割強がゲル地域に居住して

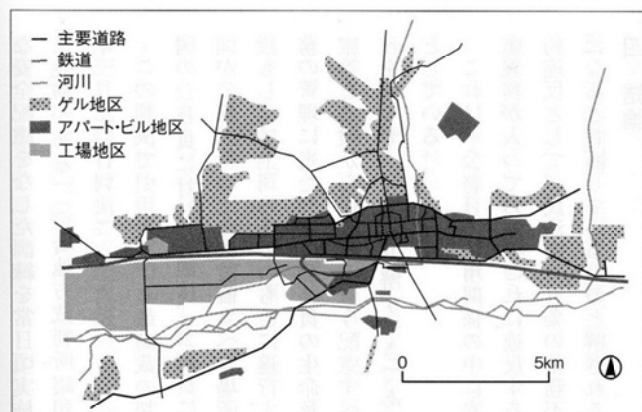


図1 ウランバートル市のゲル地区の分布
出所：ウランバートル市の資料及び衛星画像から判読

■防災インターナショナル代表

小川雄二郎

います。

このプロジェクトは、ウランバートル周辺で以前から把握されている四つの活断層が動いた場合に発生しうるウランバートル市の地震被害想定を行い、それに基づいてこれまでの地震防災計画の改訂を市と協議しつつ作るというものです。現在は地震被害想定最終段階に入ってきています。地震火災の出火・延焼の危険性評価を手伝っていますが、今回は火災の延焼危険の評価についてお話しします。

■ゲル地区の延焼危険性の検討

地震火災の延焼危険を判定する手法として、



写真1 ゲル地域の航空写真

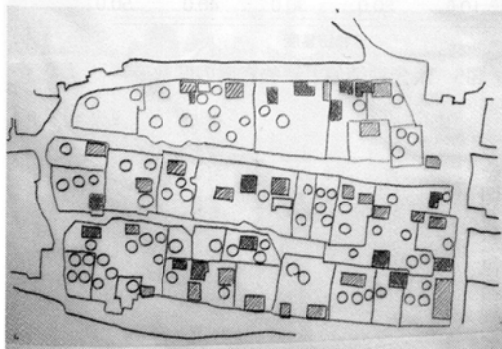


図2 建物構造別図

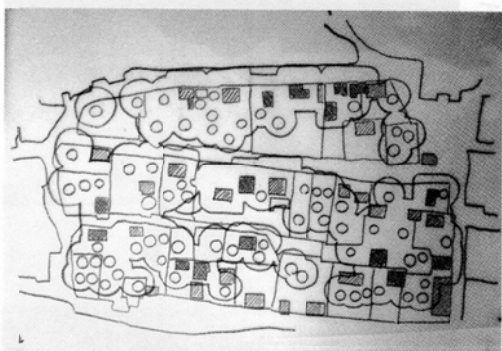


図3 延焼クラスターを示した図

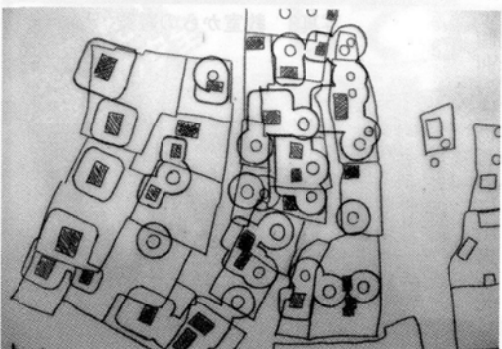


図4 延焼危険が低い地区の例

一九八二年から一九八六年にかけて実施された建設省総合技術開発プロジェクト「建築物の防火設計法の開発」で開発された不燃領域率による判定手法があります。これはある地域の面積のうち、道路、河川や公園といった建物のないところの面積と不燃構造物が建設されている敷地の合計が、地域の面積に占める割合を表示するもので、その値が七〇%以上であればまず延焼しない、三〇%から七〇%程度であると場合により延焼する、三〇%以下であればほぼ延焼するというものです。この手法を用いてウランバートル市の延焼危険を求めると、不燃構造物群で構成されてい

る市街地は可燃構造物がほとんどありませんから延焼の危険なし、一方ゲル地域ではどの敷地にもゲルが建てられており、更に地区の中には幹線道路を除いて道路らしい道路はありませんので、延焼の危険は高いということになります。これはこれで一つの評価なのですが、これでは地震防災計画の立てようがありません。ですからゲル地区の延焼危険をより詳細に判定する必要があります。

そこで、延焼クラスターと称される手法を用いてゲル地域の延焼危険性を評価することとしました。これはそれぞれの建物の構造別に延焼限界距離を設定し、その半分の距離で

建物の周辺にバッファを描き、それらが接している場合には延焼するとして延焼の危険を判定するものです。その例を示しますと、写真1はあるゲル地域の航空写真です（ゲルアースによる）。図2は建物種別を示しています。円で示されているのがゲルで、四角で示されているのが恒久建物です（図は白黒なので木造家屋等の可燃建物が濃く印刷されています）。そして図3はそれぞれの建物から延焼限界距離の半分の距離でバッファ

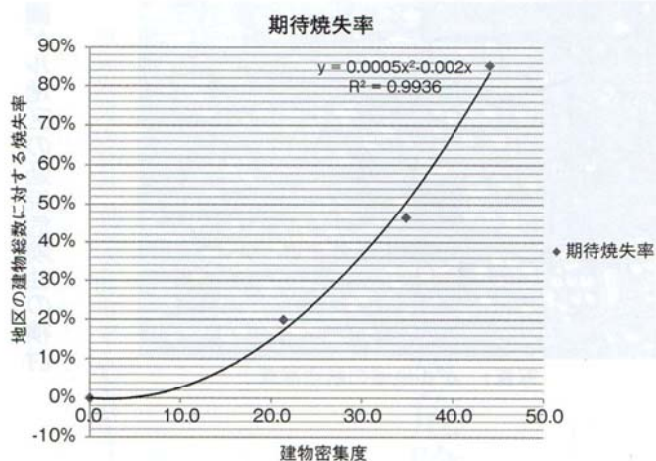


図5 焼失期待値と建物密度の関数

図4で示したゲル地域は、ウランバートル市のゲル地域でも市域の周辺部にある地区の例で、この場合には延焼危険が少ないことが見て取れます。このようなケーススタディを行い、それを一般化する方法として焼失期待値を建物密度の関数として求めることとしました。すなわち、一軒の火災が地区から出た場合に何棟焼

を切った包絡線を示しています。この事例で見ると、この地区から一カ所でも出火するとほぼ全ての建物が延焼するという状況が見て取れます。しかし全てのゲル地区で延焼危険が高いというわけではありません。



写真2 古いレンガ造りの校舎



写真3 教室からの避難



写真4 ロープを使った上階からの避難

■学校での防災訓練の見学

モンゴルでの地震防災への取組みはここ二

この関数を用いて、ゲル地区の延焼危険性の評価を行い、その危険性に見合った対応策を検討していくことになります。現在は建物データベースを用いた算定と図化を行っています。

失するかを個別の建物ごとに出火させて数え、その平均を求めます。その値を地域の建物密度の関数としてプロットしたものが図5で、その関係は図中に示してあるように二次曲線として表すことができました。縦軸は焼失率、横軸は建物密集度です。



写真5 応急手当



写真6 バケツリレー



写真7 消火訓練

年前ぐらいから始まったばかりです。ウラン
バートルでの地震はほとんどなく、我々が実
施したアンケート調査によると地震を経験し
た人は全体の六%程度で、経験のない人々に
地震防災を広める困難さは日本とは大違いで
す。しかし学童への防災教育や訓練は無垢な
ところへの伝達ですので、日本でもモンゴル
でも違いはないと思っています。モンゴルで
は毎年三月の第四木曜日の一六時に住民の避
難訓練を行うとともに、一〇月一四日は国連
の災害軽減国際デーのイベントを開催するこ
とになっています。私はモンゴルに来るまで
一〇月一四日が国連の災害軽減国際デーとい
うことも知りませんでした、その週の週日

である一二日に学校での防災訓練を見学する
機会を得たので紹介します(写真2〜7参
照)。モンゴルの学校は小中高等学校が一緒
になった二三年制です。
地震で被害が出るだろうと思われる校舎だ
けに、訓練の重要性を実感します。避難訓練、
救助訓練、消火訓練とそれほど長い時間では
なかったですが、皆、真剣な顔で訓練に参加
していました。バケツリレーは日本での研修
で教えられたものだそうです。日本での我々
の経験がゆっくりでも世界に広がっていくこ
とは喜びです。

地震だ！
まず身の安全

しますか？

家具類の転倒・落下・移動防止対策

詳しくは、東京消防庁ホームページをご覧ください。

東京消防

検 索



東京消防庁