

地震災害による居住生活への支障と その定量的想定手法の検討

1. はじめに
2. 都市における居住生活の特徴
3. 世帯単位でみた居住生活への地震被害の波及
4. 居住生活支障の定量化の概念
5. 生活被害の実態と定量化の試み
6. 生活復旧曲線を用いた生活被害の概算方法
7. 応急対策需要量の想定への展開に向けて

中 林 一 樹*

要 約

地震災害に対する従来の被害想定においては、建物や土木構造物・施設などの物的被害想定と死傷者や被災世帯といった人的被害想定が実施されてきた。それらは、どこで、どのくらいの被害が発生するのか、を想定するものであった。しかし、災害がもたらす被害には、こうした数量的に示される直接的な被害や損失だけではなく、一定期間にわたって不便な生活を強いられるとか、休業や休職による経営悪化や所得低下といった間接的な被害や損失もある。災害が地域に与える影響としては、こうした間接的な被害が長期化することが多く、きわめて重大な問題である。しかし、こうした間接被害に関する被害想定手法は、未開発である。この論文は、災害が都市居住者に及ぼす生活支障を、単に住宅の被害というよりも家庭生活の機能喪失と捉え、生活被害と定義し、その生活が復旧するまでの時間によって、定量的に生活被害を想定しうることを示した。概念的モデルの検討に基づき、長野県西部地震と酒田大火の実態調査からそこでの生活被害量を試算し、その想定方法を検討している。

1. はじめに

都市、とくに大都市の地震災害は、直接的な被災地域のみならず間接的な影響を受ける地域が極めて広域であり、災害の発生から応急対応、復旧復興に至るまでの期間が長期に及ぶ、極めて時空間的にスケールの大きい災害である。従来、自然災害に起因する被害は、被害調査においても被害想定においても、人的被害としては死傷者・不明

者数が、物的被害としては、各種公共・民間の建築施設および土木施設の破損、農業・漁業・工業等生産施設の破損、商品や原材料などの損失、といった「直接被害」が取りあげられてきた。すなわち、従来の災害調査では被災者数と被害箇所数および物損の被害金額¹⁾が調査され、そして被害想定調査では被災者数と被害箇所数が想定される。

しかし、地震被害とは、こうした直接的な人的・物的被害のみならず、さまざまな間接的被害

*東京都立大学都市研究センター・理学部

が発生しているのである。災害現象が、発生から復旧あるいは復興までの全期間にわたる時空間的現象であるとするれば、その被害の全貌を把握するには、間接的被害が無視できないものであることは自明である。そこで、以下では、こうした災害の発生時点から災害が収束し、被害が復旧復興するまでの全期間にわたった都市居住者の生活被害の把握を試みた上で、その想定に向けての基本的な考え方を整理し、一部の災害事例での被害の定量化を試みる。それらを踏まえて「生活被害量」の想定手法確立のための課題を検討する。本来的には、都市におけるさまざまな経済的活動から市民の居住生活までのあらゆる現象を検討しなければならないのであるが、以下では、このうち都市居住者の「居住生活にかかわる被害」に限定して検討する。

2. 都市における居住生活の特徴

都市居住者の「生活被害」を想定するにあたって、応急対策や復旧対策のあり方に関わる都市居住の特徴は、以下の5点に整理できる。

① 生活の他律性

「都市の居住生活」はどのように成立しているのだろうか。都市には、多様な人々が様々な形態、様式で生活しているのであるが、そこに共通しているのは、生活の自給自足性の低さであろう。都市居住は、全ての面で、自己以外のシステムに支えられているということである。最も一般的な「サラリーマン世帯」の家庭での基本的な生活を想定してみよう。

朝7時 起床

洗面・炊事・排便

：上水道・電気・ガス・下水道

8時 出勤・通学

：電車・バス

9時 後片づけ・洗濯・掃除

：上水道・電気・下水道

12時 炊事(外食)・後片づけ

：上水道・電気・ガス・下水道

2時 現金化(銀行)

：オンライン

4時 買物

：食料品・生活必需品…

5時 連絡(情報)・注文

：電話

帰宅・下校

：電車・バス

6時 炊事・入浴・後片づけ

：上水道・電気・ガス・下水道

11時 就寝

こうした、何の変哲もない生活であるが、それは上水道・電気・ガス・下水道・電話のライフラインシステム、食料品をはじめとする物流システム、鉄道・地下鉄・バス等の交通システム、さらに金融システムといった多様な社会システムに全面的に依拠して成立しているのである。

② 生活の孤立性

反面、個々の生活は、独立しており、近隣に血縁者もなく、地縁性も薄い。都市の地域社会は、主婦と子供を媒介として形成されることが多いため、若年単身者・共働きの夫婦世帯・高齢者のみの夫婦や一人住い老人にとっては、その生活は地域社会から孤立していることが少なくない。

③ 生活の広域性

とくに東京大都市圏では、生活が広域化している。大量輸送高速交通システムとしての鉄道輸送の発達、世帯主の通勤距離、子弟の通勤や通学距離を長くし、買物などの日常生活行動を含めて、居住生活を広域化している。東京大都市圏の平均通勤時間は90分を超えているのである。

④ 住宅の借家化

地価高騰の進展にともなって、近年、住宅取得はいっそう困難になってきており、逆に多様な借家居住が増大してきている。住宅の所有者が多様化し、賃貸形態も多様化し、被災後の補修や維持管理についての混乱は避けられまい。

⑤ 住宅の高層化

さらに、地価高騰は住宅の高層化を促進し、高層住宅を増やしている。高層住宅が必ずしも危険性が高いとはいえないものの、地震にともなうエレベーター停止や上下水道設備の機能停止といっ

た、従来とは異なる生活上の支障が発生し、建物構造は大丈夫でも居住できないといった被害が発生する可能性は高い。

3. 世帯単位でみた居住生活への地震被害の波及

(1) 都市居住地における地震被害の様相

都市居住に、他律性・孤立性・広域性・借家化・高層化といった特徴があるとして、地震災害時に、こうした都市居住地では、どのような地震被害様相を呈することになるのであろうか。

表1は、新潟地震(1964)や宮城県沖地震(1978)における被害状況をもとに、大都市郊外の住宅地での地震被害の様相を想定してみたものである。これは、最も地震火災発生のおそれの高い「冬の平日、夕刻6時頃で、震度6の強程度の地震」が発生したと想定している。この表では、横軸に居住地に関わる各種機能を設定し、縦軸に震災からの時間経過を設定し、地震発生からの時間経過とともにどのような事態が生じうるのかを想定したものである。従って、これは、一種の「定量的な地震災害の想定」であるといえる。

このように整理してみると、地震被害は、時間経過とともに変容する空間的現象、いわゆる「時空間現象」なのであり、被害想定とは、こうした時空間の枠の中で「いつ、どこで、どのような被害が、どのくらい」発生するのかを想定することが求められているのである。しかし、東京都防災会議が公表した「多摩地域における地震被害の想定に関する報告書(1985)」において、取りまとめられた主要な定量化された「地震被害の想定量」は、この表の中で枠で囲った数字だけなのである。このように、現状では、定量的に想定できる(換言すれば、定量的な想定手法が開発されている)被害項目は限られている。とはいえ、たとえ定量化しなくても、そのための第一歩として、このような被害様相の定量的想定は、地域にどのような被害状況が出現し、どのように時間的に推移し、その中でどの被害事項が重大な意味を持って来るのかを検討し、想定すべき被害項目はどれ

なのかを位置付ける上でも、重要な意味を持つ。

この表から、大都市居住地での居住生活に関する地震被害の特徴的な様相として、次の8点を指摘しておきたい。

① 震害や火災による住宅の大量損失と居住困難状況の発生

被害率としてみるとそれほどではなくとも、被害数でみると巨大都市では大量の住宅被害となる。さらに、住宅自体の被害は軽微であっても、室内における家財の転倒やガラスの破損などによって、居住困難な状況が大量に発生しよう。とくに、都市における高層住宅の増大は、こうした状況をいっそう増大させる上に、エレベーターの停止や上水供給の停止など、生活困難世帯が集中的に大量発生する可能性がある。

② 女性・子供・老人などの災害弱者を中心に負傷者の大量発生

日本海中部地震(1983)での津波による港湾での死者・不明者、サンフランシスコのロマ・プリータ地震(1989)での高速道路での死者といった特殊な状況下での死者の大量発生を除くと、近年の地震では、死者の発生に対して極端な負傷者の大量発生がある。それは、住宅内部での家具等の転倒が、都市住宅の狭さ、家具等の多さといった都市の居住状況のもとで、いっそう負傷者の増大をもたらしているものと想定される。

③ 多様で不特定な避難者の大量発生と家財管理等に関する地域治安問題の発生

延焼火災が発生すれば、広域避難を必要とし、大量の広域避難者を発生させよう。しかし、火災の危険が明確に認知されるまでは、老人や子供などの弱者を避難させるとしても、広域避難しない人々が少なくないであろう。また、延焼火災が発生しなければ、広域避難はしないであろうが、住宅自体の破損や室内の混乱状況は、余震への恐怖と相まって、自宅内に留まることはなく、自宅近傍に避難する人々が少なくないであろう。その理由のひとつに、家財に対する執着は決して小さくないことがある。とくに、地縁性の低さに加えて、不特定多数の見知らぬ人が集合している大都市では、世帯主等の帰宅困難による不安に加えて、家

表一 大都市効外住宅地における都市型地震災害の様相（震度6～7，18～19時，冬の平日）

	政治・行政	業務・経済	商業・流通	建築物・設備	土木施設・設備	交通施設	人間・生活	情報・通信	エネルギー・水	備考
震度6～7⇒			・スーパー、小売店での商品散乱 ・一部で出火 ・落下物危険建物 12,700棟 ²⁾	・住宅破損、倒壊 36,600棟 ¹⁾ ・非木造中破以上 7,840棟 ³⁾ ・ブロック塀の転倒 62,300件 ²⁾	・崖・擁壁の亀裂崩壊 1,160所 ³⁾ 道路の遮断 電車線路の破損 ・宅地造成地での半壊 400棟	・電車の停止（脱輪） ・信号停止 ・道路の遮断	・夕食準備→出火 ・婦女子が多く世帯主は帰宅不能？ （多くは帰宅不能？）	・電話停止 ・世帯主と連絡	・停電 ・ガス漏れ ・上水道漏れ 本管破損 2,220所 ・ガス停止	・病院破損
10分 ↓ 20分			・負傷者 ・屋外脱出 ・帰宅（徒歩）	・x件の火災 ・x'件の延焼火災 120件		・道路での自動車混乱	・死者 1,660人 ⁷⁾ ・負傷者 15,400人 ⁷⁾ ・負傷者手当と消火	不能		・消防車は出動できるか
30分	▷			(負傷者)			・避難と混乱（婦人、老人と子供）	・ラジオでの情報収集		
60分	▷						・広域避難（水、食料等持参？）			
120～180分	▷				・生き埋めがあれば救助作業	・一部世帯主徒歩帰宅へ	・一部帰宅 ・小学校など避難収容			☆重傷者の手当ては可能か
翌日	▷	・給水体制 ・備蓄品分配体制 ・被害状況の把握 ・電気、上水道、電話、ガス等の復旧の検討 { ・道路、鉄道等の復旧の検討 }（関連）	・銀行、郵便局閉鎖 ・商店閉鎖（跡かたづけ） ・残った商品は売れるのか（パニック危険）	・いつ火災がおさまるか？ ・焼失面積 69km ² ・焼失棟数 148,300棟 ⁶⁾	・被害程度 ・危険にに応じた強制立退、避難措置	・電車不通 ・徒歩で帰宅 ・信号停止、遮断による道路交通渋滞	・世帯主が帰宅せず、家族の不安 ・住宅の跡かたづけ ・給水 ・備蓄食料の配布 ・買い出し不能 ☆通勤不能 ・罹災者 838,000人 ・罹災世帯 261,500世帯	・電話不通 ・デマ	・電気未復旧 ・上水道未復旧 ・ガス未復旧	☆対策本部に人が集まるか ☆復旧要員が集まるか
2日	▷	☆金融不安 ・治安の維持	☆物不足（仕入れ、販売不能）	・後片づけ		☆長距離輸送困難 物流（食品など） 復旧資材、人員	☆いつから通勤するか	・2～3日後、電話非回復旧？	・2～3日後非常用電気の供給？	
3～4日	▷	・ゴミのピーク（廃棄物、残土、木） ・対市民行政（罹災証明 etc）	☆銀行、郵便局一部業務開始 ☆現金引き出し（オンライン不能？）	☆商店（食品、生活用具など）は営業できるか	☆住宅の再建、修理はいつ可能か	☆電車はいつ開通するか	☆勤務先との連絡は可能か ☆代替火気による炊事は可能か ☆食料等を購入できるか	☆電話はいつ復旧するか	☆電気、ガス、上水道はいつ復旧するか	☆学校はいつから開始するか

1) 全半壊木造建物棟数（被害率2.64%）

2) ブロック塀と石塀の和

3) 崩壊による全半壊木造建物棟数は1,550棟

4) 非木造建物の中破以上の被害率（被害率）は9.4%

5) 非木造建物で落下危険物のある建物棟数で、その割合は17.7%

6) 焼失棟数率（全木造建物に対する）は26.5%

7) 全夜間人口に対する死者率は0.05%、負傷率は0.48%

財管理等、地域の治安問題が重要な課題となろう。すなわち、自宅近傍での待避や避難とそれにとまなう地域の治安が地震直後に大きな課題となってくるであろう。

④ 帰宅困難者の大量発生と家族離散による地域不安の増大

東京大都市圏では、発達した高速鉄道・地下鉄が、多くの通勤者の足になっているのであり、平均通勤時間は約90分と、その通勤距離は極めて長距離化している。従って、地震災害時にこの鉄道網が機能停止し、道路も信号停止にとまなう混乱に加えて、一般通行車両の走行が制限されるような事態になると、帰宅や出勤はきわめて困難になる。被災した市街地を30km以上も歩いて帰宅することを余儀なくされる場合も想定できる。30kmという距離は、若者でも10時間以上はかかる距離であろう。その結果、平日の昼間にこうした地震が発生すれば、都市地域を中心に大量の帰宅困難者が発生しよう。これを居住地側からみれば、一家の中心たる世帯主や青年層が帰宅してこないということである。もちろん電話による安否の確認はできないので、自宅に残された主婦や子供・老人の不安は時間の経過とともに高まろう。そうした不安の高騰は、個々の家族から地域全体に広がり、地震後の応急対応行動に及ぼす影響をもたらすのか。簡単には予想できないが、不安定な地域状況をもたらすことだけは確実であろう。数時間後までではなく、翌日まで家族が離散状況のまま過ごさざるを得ない人々が少なくないと考えられるのである。

⑤ 長期避難収容者の発生と疎開による居住者の域外流出

地方都市や、農山村などでは、広域避難後には住宅を失った人々の大部分は、地縁・血縁といった個人レベルでの相互扶助によって、応急生活を過ごし、復旧に立ち向かっているのである。しかし、巨大都市では、地縁・血縁の個人レベルでの相互扶助は期待できまい。公共施設での応急生活や応急仮設住宅の建設など、公的な手当を要する避難収容者が大量に発生するということである。

さらに、大都市での広域避難後の応急生活にお

いて食料や生活必需物資の供給が困窮すれば、一部の被災者あるいは被災世帯のうちの幼児や高齢者などの弱者が、血縁を頼って一定期間疎開することもあるであろう。大都市に集中してきている若年単身者が全てを放置してこうした行動にでることも否定しえないのではなかろうか。

こうした被災者の域外流出は、当該被災地域における応急対策の需要量を低下させることになるが、同時に、被災地の応急対応や復旧の主体となるべきマンパワーの減少ともなり、域外流出者が多くなると、地域の復旧の遅延を招くかもしれない。

⑥ ライフライン・物流システムの復旧の遅延による生活困難の長期化

大都市生活は、まさにライフラインからのエネルギー供給とあらゆる生活物資の他からの供給（物流）によって成立している。しかも、それらのシステムは、大規模かつ複雑な構造であり、地震災害によって機能停止すれば、その復旧には復旧要員の参集状況、物資の流通要員の参集状況にもよるが、都市規模に比例して「長期化」するであろう。そして、このことは、被災者の生活復旧の遅れをもたらす、生活困難状況を長期化させる可能性を示しているのである。とくに、大都市では、この被災者個々のレベルでの応急生活の困難状況は長期化しよう。

⑦ 住宅修理・復旧・再建需要の大量発生

住宅建築の大量損失は、地縁・血縁の相互扶助の期待できない大都市では、仮設住宅の大量供給を必要とする。さらに、個々の住宅の修理や復旧・再建という建設需要の大量発生をも意味する。それは、資材の需要の増大に加えて、建設技能者の需要の増大を意味し、昨今のこうした労働力の不足状況を勘案すると、住宅の修理や復旧工事は大幅に遅れ、生活復旧自体の遅れにもつながるであろう。

⑧ 生活復旧と社会復旧との競合

過去の災害後の被災世帯の行動を見ていくと、被災者のほとんどは、生き残っても、被災後に自宅の後片づけや、精神的打撃、負傷や病気、など各自の居住生活の立て直しに手がかり、休職や

休業する人が少なくない。とくに、通勤距離が長距離化している大都市では、通常の通勤が不可能であれば、被災後に出社する従業者は減るであろう。さらに、住宅を失い、生活に困窮して大都市地域以外に1カ月、2カ月と疎開する人もでてくるとすれば、こうした状況は、被災地の労働力の減少につながる。公共公益事業の復旧には他地域からの専門技能者の復旧要員援助がなされるとしても、その他企業活動などの社会復旧では遅れが生ずることを予想させる。逆に言えば、地域の居住者は同時に都市の従業者でもあり、居住地における居住生活の被災程度とその復旧速度が、従業者としての休職や休業期間を規定し、都市全体の復旧の早さを規定するのではないかということである。

(2) 家族の居住生活への地震被害の波及構造

以上のような大都市居住地及び居住生活における地震災害の特徴的な様相は、いわば、居住地としての「集計的な」個別項目毎の想定で、地震被害としての被害項目間の相互関係の状況を示すものではない。しかし、こうした居住地での生活レベルの被害とその復旧は、公的な援助や地縁・血縁的な扶助が得られたとしても、基本的には個々の被災者の自助的対応行動なくしては達成しえない。とすれば、地震災害の発生し、火災等によって被害が拡大し、やがて収束して、その後には被災地が復旧・復興していくという時間経過の中で、個々の居住者の家庭生活にどのように地震災害が波及し、各々はどうのように対応し、そして生活が復旧して行くのかという、個々の世帯の個別的生活構造に立脚した被害の相互関係が読み取れる「非集計的な」被害の想定が必要になってくる。本来的には、先の「集計的想定」とは、この世帯毎の「非集計的（個別因果的）想定」を、地域毎におよび経過時間毎に「集計した」ものとして示されることが必要である。

こうした観点にたつて、被災から生活困難の発生、そして生活復旧に至るまでの、都市居住地での家庭生活への地震災害の波及過程を整理してみたのが、図1である。このフローに従って家族の一人一人がどこで地震災害に遭遇し、それぞれの

地震被害状況に対応しつつ、居住地での世帯単位の応急生活に収束していく、といった被害の波及過程を推定することができよう。すなわち、地震発生によってまず発生する自宅等建物の震害の程度、火災の発生の有無と自宅への影響、負傷や死亡などの人的被害の発生の程度、広域避難の有無や、交通通信手段の状況に対応した外出者の帰宅困難といった直接的な状況、さらに被災後の家族生活の復旧を間接的に規定するライフラインなど都市居住生活機能の維持システムの被害とその復旧の状況など、鍵となる被害項目の相互関連として示したものである。

この地震災害の都市居住生活への波及過程から、「都市居住世帯」の地震災害の波及と被害の様相を再整理してみると、時系列的に次の4段階に整理できよう。

- ① 震害およびそれに続く火災の発生が、広域避難後の居住生活の場としての住宅の使用程度を決定し、以降の生活復旧復興の形態を決定する。
- ② 同時に、家族内での人的被害の有無とその程度も、以降の生活の立ち上がり方を規定しよう。加えて、短期的には、災害時における家族内の外出者の有無とその帰宅困難の程度が、家族離散の状況を規定し、精神的側面での家族単位の生活対応のあり方や立ち直りの早さを規定しよう。
- ③ いずれにせよ、ある時期に家族が合流し、居住地での被災後の応急生活を迎える。その時の生活としては、家族がまとまって生活していくのか子供老人などを分離（避難や疎開）して生活するのか、その生活の場としては、自宅、公的避難収容施設、近隣の知人宅・親戚宅への疎開など、多様な形態が個々の状況に対応してありえよう。その際、被災地内での家族の基本的な居住生活の復旧は、電気・上水道・ガス・食料等物資流通・下水道・現金など生活関連のライフライン施設の破損とその代替性、復旧程度に強く規定されることになろう。
- ④ 家族の応急的な居住生活が一定の安定段階

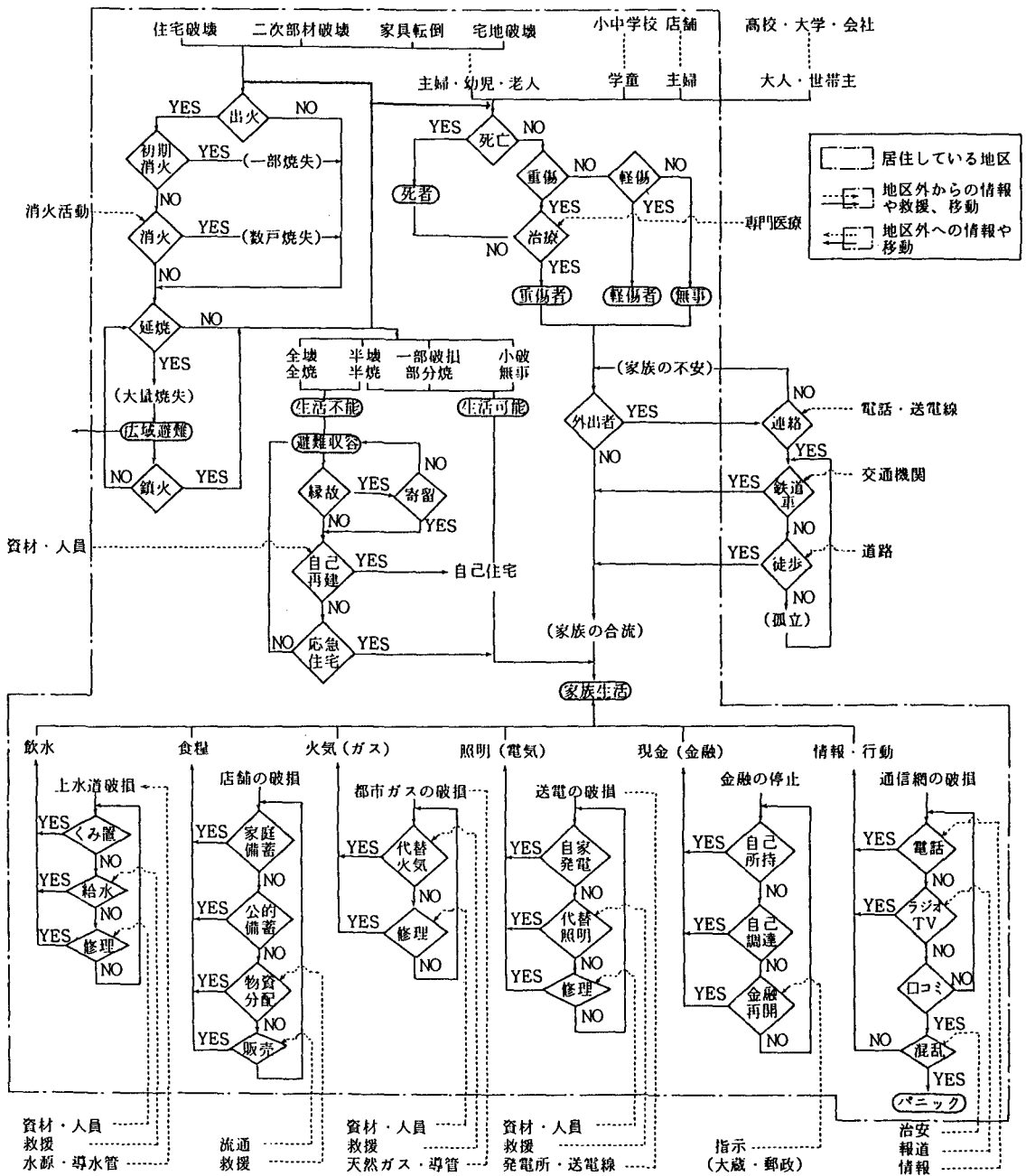


図1 都市の住宅地での地震被害の波及過程

に至るまでは、被害程度の大きい世帯を中心に、多くの世帯主は自宅に留まりその復旧につとめよう。家庭での生活が一定の安定を迎えた後、勤務のための外出が始まり、社会の復旧が加速されて行くことになる。この時

期がいつ頃になるのかは、居住サイドの復旧状況によって大きく規定されようが、社会の復旧は、企業等の事業所サイドの被害によっても規定される。いずれにしても、居住生活の被災が厳しい従業者が多くなると、さらに

交通機能の回復が長期的に遅れると、出社してくる従業者が少なく、企業活動等の回復は遅れるであろう。

以上のように、地震災害に対して都市の居住地では、「被災による日常生活の破壊→世帯単位の応急対応生活→家庭生活の応急的安定化→世帯主の社会復帰→都市施設の復旧→企業活動の復旧→家庭生活の復旧・安定化→都市・社会の復興→日常生活の復興」といった過程を経て災害から復旧することになろう。このような個人と社会の被害が相互に関連しつつ、被災から復旧にいたるという時系列的な構造を、生活被害は持っているのである。そして、都市全体の被害からの復旧にとっては、個々の都市居住者の生活復旧が基本になるのであるということ強調しておきたい。

4. 居住生活支障の定量化の概念

地震のみならず災害による被害とは、単に物的施設がどれだけ壊れたかだけではなく、そこにあった日常生活が破壊されそれが復旧するまでの時間の関数としての「機能の喪失」の量として把握されるべきである。さらに、被災から復旧復興までの応急対策の需要量は、時間的推移にともなって変動していくのであり、とくに、居住生活に関する被害とは、被災から復旧までの時間の関数として示されることが、被害の定量化にあっ

ては必要である。

(1) 世帯単位の生活被害の定量化の概念

こうした考え方に従って、個々の世帯単位の生活被害の定量化の考え方は、図2のように模式的に示すことができる。

最も単純には、日常生活が破壊された日から元の生活水準に回復した日までの日数とその世帯の「生活被害量」となるのである(図2の(1))。例えば、住宅が全焼してしまった場合には、自宅が再建されるあるいは自宅を他に取得するまでの期間が住宅に関する「生活被害」である。あるいは住宅が半壊で、後片づけや若干の修理が完了するまでの期間は住めなかったが、ある時期以降は不便ながらも住むことができ、その後本格的に復旧し元に戻ったとする。このとき、日常生活時の水準を1として、それぞれの水準と時間の積分値で「生活被害」が示される(図2の(2))。

しかし、現実には、自宅が全焼しても、自宅が再建されて日常生活の復旧までの間に、仮設住宅の供給と言ったような代替手段によって生活水準の向上を図りながら、復旧するであろう。この代替手段による応急的な生活水準の向上を考慮すると、各々の生活水準に対応した日数による積分値が「生活被害」となる(図2の(3))。

(2) 地域としての生活被害の定量化

地域には、被災の程度も復旧までの期間も異なるさまざまな個別世帯が集合している。従って、

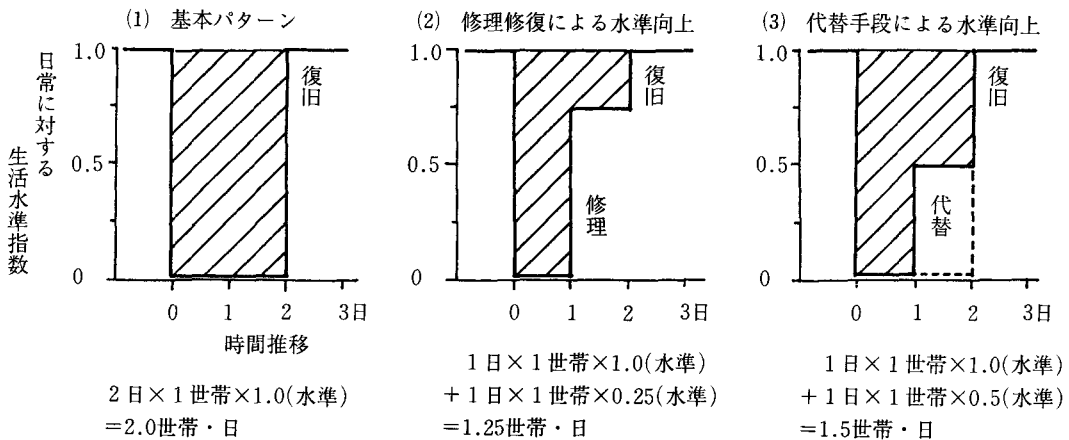


図2 世帯単位の生活被害の定量化の概念

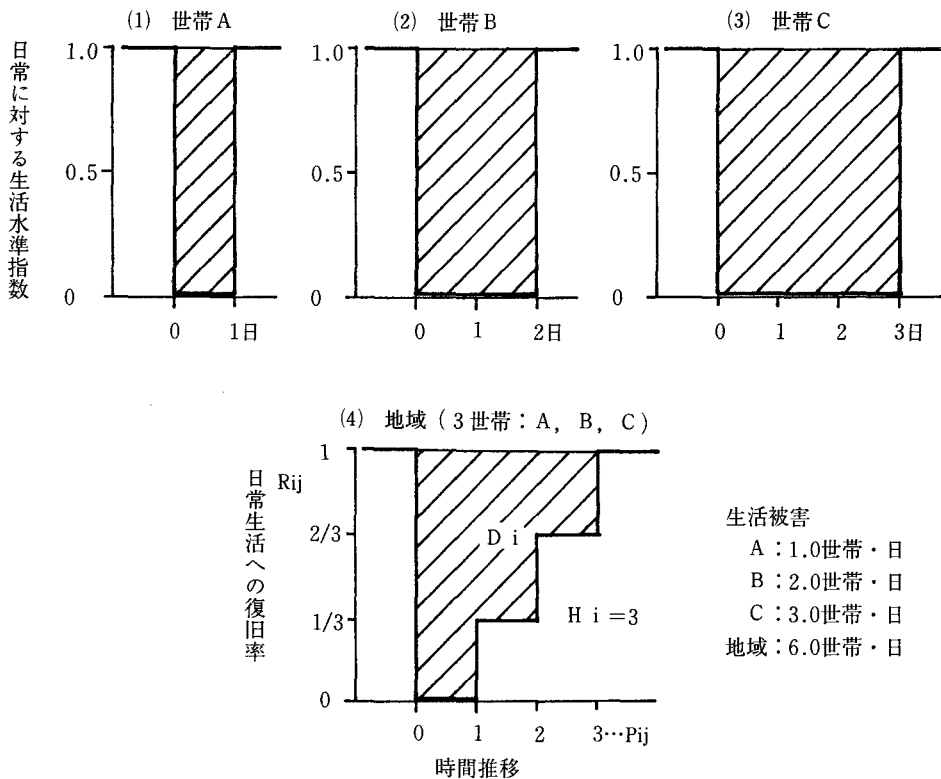


図3 地域における生活被害の定量化の概念

その地域における生活被害の定量化の考え方は、概念的には図3のように示される。

例えば、当該地域に3世帯が居住し、ともに被災したが、Aさんは1日で復旧（2日目から生活が元に戻った）、Bさんは2日で復旧、Cさんは3日で復旧したとすると、地域としての復旧は、図3の(4)のように表示できる。これは、時間の経過とともに地域が復旧していく状態を示しているもので、地域としての「累積復旧曲線」というべきものである。その時、地域としての「生活被害量」は、次のように算定できる。

$$D_i = H_i \cdot \sum (1 - R_{ij}) P_{ij}$$

ただし、

D_i = i 地区の生活被害量

H_i = i 地区の全世帯数

R_{ij} = i 地区で j 日後の累積復旧率

P_{ij} = i 地区で累積復旧率 R_j であった期間
従って、図3の(4)の場合を算出すると、

$$D = 3 \text{ 世帯} \times (1 \times 1 \text{ 日} + 2/3 \times 1 \text{ 日} + 1/3 \times 1 \text{ 日}) = 6 \text{ 世帯} \cdot \text{日}, \text{ が生活被害量となる。}$$

この「生活被害量」の考え方は、100世帯が10日間生活支障を被ったことによる生活被害と、20世帯が50日間生活支障を被ったことによる生活被害とが、地域にとっては「同等の重み」を持っていることを示しているのである。従来の被害の捉え方によれば、「100世帯被災の災害が、20世帯被災の災害よりも5倍大きい」と評価されるのであるが、この生活被害の考え方では、両者は全く同等なのである。

5. 生活被害の実態と定量化の試み

こうした考え方に立って、長野県西部地震（1984年9月14日発生）から2カ月間の王滝村の居住者の居住生活の支障と復旧に関する実態調査（同年11月実施）、および酒田大火（1976年10月

29日出火)から10年間の居住者および自営業者の居住生活と併用住宅等での営業の復興過程に関する実態調査(1986年11月実施)を行なった²⁾。これらの調査から、生活被害を考察するに先立って、災害後の居住生活の支障とその応急対応・復旧の実態を見てみよう。

(1) 長野県西部地震と生活復旧過程

この地震による王滝村の公表された直接被害は、死者・不明者29名、負傷者5名、全427戸(世帯)のうち全壊14戸、半壊73戸、一部損壊340戸であるから、全住戸でなんらかの被害があったことになる。この災害における生活被害に関連する主要な被害状況とその復旧状況をまとめると以下である。

- ① 住宅の被害について、アンケート調査によると、「後片づけと自分での簡単な修理程度」27%、「軽微な修復など仮復旧程度」29%、「仮復旧後に本格的な修理工事」44%、「宅地流出で復旧不能」1%であった。
- ② 被災後2日間の広域避難を含め、「自宅以外で仮住いした」のが約70%であったが「帰宅希望」が強く、3日目には「避難指示」から「自宅待機」指示に変更されたので、避難収容者は20%弱になった。しかし、その後も余震への警戒から、被害が軽微な世帯でも、自宅での生活が可能になるまでのしばらくの間、老人や子供などは学校を中心に5施設で仮住いを継続した。
- ③ 自宅の被害が大きく、仮設住宅(20日目の10月3日に完成入居)に入居したのは、7戸20人で、彼らはそれまで広域避難収容所で応急生活していた。しかし、全壊と認定された住戸は14戸40人であった。仮設住宅に入居しなかった全半壊住戸の居住者は、被害の軽微であった親戚や知人の住家に「寄留」等しながら、自宅の再建につとめた。
- ④ 電話は、村内621台のうち破損したのは187台、回線は御岳噴火(1979)後に増設された第2ルートが無事であったが、電話は輻輳し、2日間は大混乱であった。しかし、狭い村であり、電話が使えなくても村内での大きな支

障はなかったが、村外知人などとの連絡は困難であった。

- ⑤ 電気は、電柱・電線など配置設備に350ヶ所の被害があり、全契約戸数である約500戸で停電した。地震発生が午前8時48分であり、明るいうちに応急対応でき、その日の午後5時58分には450戸に通電し、御岳高原の50戸は翌日の昼ごろには通電した。
- ⑥ 熱源は各戸毎のプロパンガスと石油であった。調理にはガス、暖房には石油が使われている。ほとんどの家でガスボンベが転倒し、ガス漏れもあったが二次災害は発生しなかった。ラインでなく個々のボンベであるため、専門業者によるガス点検は2日後には完了し、利用できるようになった。
- ⑦ 村には4系統の簡易水道があったが、すべて被災し、3台(計7トン)の給水車で対処した。主要道路の被害もあり、十分な給水は不可能であった³⁾。上水道による給水が復旧したのは約2週間後であった。
- ⑧ 電話・電気・水道は、いずれも道路被害に付随して発生している。村外につながる主要道路である県道が仮復旧したのは24日後であった。
- ⑨ アンケート調査によると、「被災後の生活において最もおよび二番目に困ったこと」としては、「断水」54%、「住宅の被害」30%、「交通途絶(道路破損)」29%、「余震」25%、「家族離散」11%、続いて「電話不通」、「風呂」、「食事や食料」、「仕事ができない」などであった。
- ⑩ こうした困難に対して、公的対応がなされるとともに、多様な私的対応がなされた。その中で、「被災者にとって最もおよび二番目に有難かったこと」としては、「食料・水の差入れ」96%、次いで「道路復旧(交通復旧)」31%、「知人・親戚の家(への寄留)」26%に集中した。さらに「仮の宿泊施設(避難収容所)」13%、「現金(見舞金など)」11%、「電気復旧」9%、「農作業援助(稲刈り)」7%などであった。

⑪ 生活復旧についての特徴的な点は、以下の6点に集約できる。

第一に、断水中の水利用では、「断水しなかった(残り水)」12%以外では、「給水車」61%、「親戚や知人からもらう」18%、「川や沢水」14%、「その他」2%であった。

第二に、自炊再開までの食事では「救援物資」15.1回、「親戚や知人の家や差入れ」3.4回、「自己の缶詰やパン」1回で、被災後平均5日間分の応急食事であった。

第三に、知人や親戚からの差入れは、全世帯が受けており、食品が多い。多い順に、「野菜・果物」58%、「缶詰など副食品」52%、「パン・インスタント食品」49%、「ジュース類」45%、「米・味噌・醤油」41%、「魚・肉」40%、次いで「下着」30%、「洗剤」26%、「牛乳」21%、「電池・懐中電灯」21%等である。

第四に、被災後に最初に買物したのは平均9.2日後であるが、最も多いのは「電池・懐中電灯」42%、次いで「魚・肉」40%、「野菜・果物」26%、「牛乳」26%、「ジュース類」16%と食料が多い。

第五に、全体の1/2の世帯で自宅の後片づけなどに人的援助を受けている。「親・兄弟・子供」が最も多く44%で10.2人日、「親戚」31%で11.3人日、「知人」17%で7.6人日、「その他」8%で13.2人日であった。

第六に、被災後に「世帯主が臨事休業・休職した」のは72%で、その理由は「自宅の後片づけ」48%で9.5日、「行方不明者の搜索」44%で9.6日、「復旧作業」19%で14.5日、「農作業他」15%で13.8日、「病気・負傷」は4%で8.6日であった。2カ月後でも6%は「仕事を変え」、6%は「休職中」であった。

「血縁関係者による相互扶助」と「世帯主の休職」が生活復旧に重要であったことが分かる。

⑫ 以上のような状況において、個々の世帯単位の生活復旧を、13の生活項目毎に「いつ復旧したか」を調べ、先に図3に示したような

考え方で、王滝村としての「生活復旧」の時間的推移を「累積復旧曲線」で示したのが、図4である。

(2) 生活被害の試算

王滝村の住宅被害は、全壊14戸、半壊73戸、一部損壊340戸であった。しかし、そこにおける居住者の生活被害を、「その生活が元に戻るまでの機能喪失」として把握すると、次のようになる。つまり、王滝村での災害からの村民の生活復旧は、図4に示すような、複雑な曲線で「地域の復旧過程」として示されることになる。従って、この累積復旧曲線を時間の関数として回帰し、生活被害量を算出すればよいことになる。さらに、概算法としては、図4の項目の①から⑩までのように、調査時期である2カ月後までに復旧が完了している被害については、被害無しを0日、当日復旧を1日として、全体の「平均復旧日数」を算出することによって、概算することができる。

こうした概算法で、王滝村における喪失機能毎の生活被害量を試算してみると、以下となる。

入浴機能	: 6.5日×427世帯
自宅での応急居住	: 8.0日×427世帯
自宅でのガス使用	: 8.7日×427世帯
買物機能	: 9.2日×427世帯
炊事機能	: 10.3日×427世帯
自宅での水道利用	: 10.9日×427世帯
洗濯機能	: 11.0日×427世帯
自宅で入浴機能	: 11.3日×427世帯

このように、電気、ガス、上水、道路等の機能回復は、各々個別に復旧を急ぐのであるが、居住生活の復旧は、全ての機能が個々バラバラに復旧するというよりも、一定の順序を踏んで進行することが分かる。例えば、ガスの点検は早かったものの、居住者が各自使いだしたの自宅での応急生活が始められてからの平均8.7日後であった。また、水道利用は、全面復旧は2週間後以降であったが、自宅での応急生活に水は不可欠で、残り水などの応急的な利用がなされた結果、平均的には11日後であったりしている。

こうした様々な事項を順次復旧させながら「居住生活」を復旧させていく。そして、被災者の生

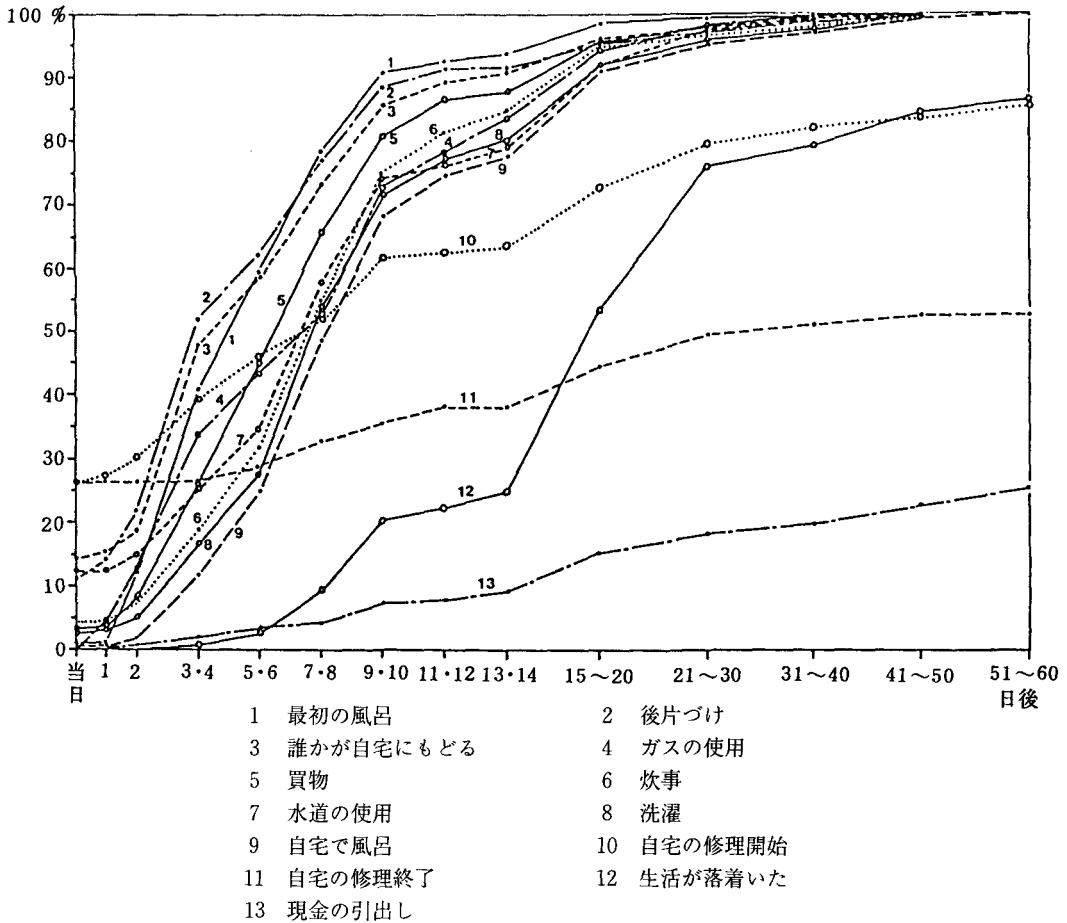


図4 長野県西部地震における王滝村住民の世帯単位でみた生活復旧曲線

活全般がとりあえず落ち着くのだが、これは日本海地震での能代市での調査では「自宅で入浴できた」時で、この生活行為によって「被災後の生活が落ちついてきた」と感じたとの報告がある。こうした「生活の落ち着き」をもって、「応急的生活復旧」と考え、被害発生から「生活の落ち着き」までの間の生活被害を「一次生活被害」と定義しておく。

王滝村の調査では、自宅などを全壊し、当座の仮住まいはあるものの先行きに不安を感じて、2カ月後でも「生活は落ち着いていない」とする人を除くと「生活の落ち着きを取り戻す」までに平均22.3日間かかっている。2カ月後も落ち着きを見ていないとする人が落ち着くのを、図の累積復

旧曲線から推測し、120日後にはほぼ落ち着くものと仮定すると、これらの人々は平均で60日後と設定できる。従って、王滝村の一次生活被害は、 $22.3日 \times 427世帯 \times 0.87 + 60日 \times 427世帯 \times 0.13 = 11,615世帯 \cdot 日$ 、と概算されることになる。

(3) 酒田大火と生活・営業の復旧過程

さらに、自宅の修理や復旧が完了するまでの生活被害を「二次生活被害」、そうした復旧工事等生活復旧に要した費用の借入金の返済までを「三次生活被害」と定義すると、さらに生活被害は長期におよぶ。この「二次生活被害」、「三次生活被害」を、酒田大火の場合で推計してみよう。

図5は、酒田大火(1976)において住宅を焼失し、市街地復興土地区画整理の後に再び自宅を再

- | | | |
|-------------|--------------|--------------|
| A 復興計画協議開始 | E 復興事業計画原案作成 | I 核店舗マリーナ5竣工 |
| B 復興計画原案作成 | F 仮設住宅建設 | J 立体駐車場竣工 |
| C 住民説明会開始 | G 土地区画整理事業決定 | K 復興まつり開催 |
| D 仮設店舗用地の選定 | H 市街地再開発事業申請 | |

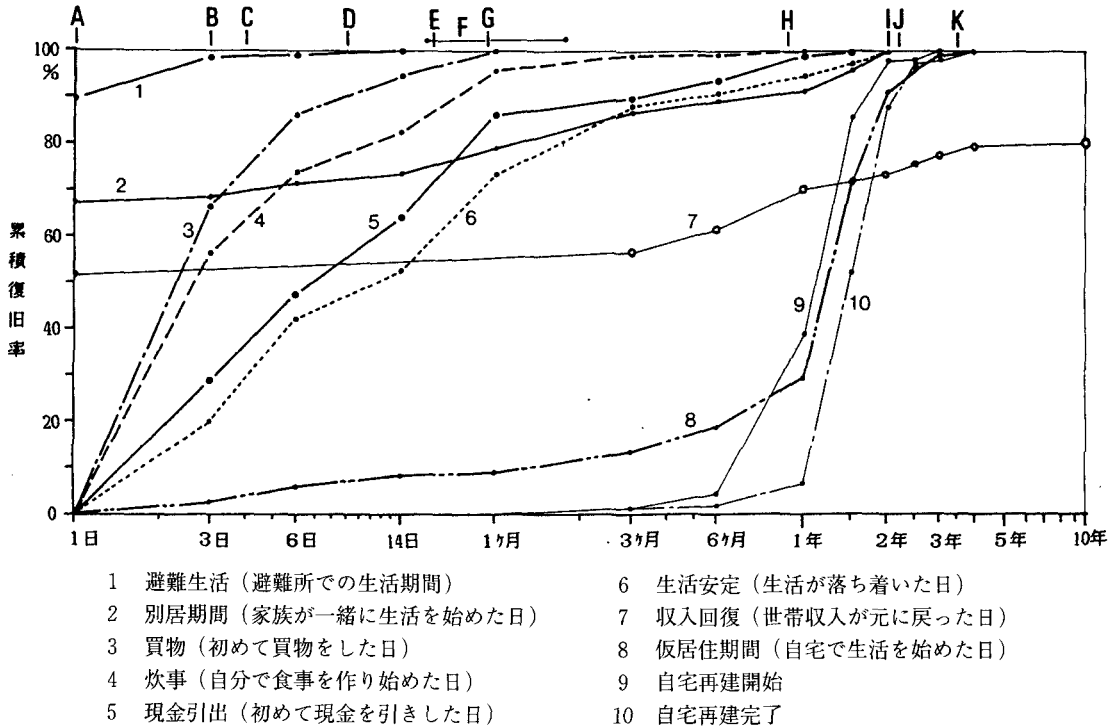


図5 酒田大火における一般居住世帯の生活復旧過程

建し、居住している世帯における大火後10年間の生活復旧復興の推移を、図4と同じように表示したものである。また、図6は併用住宅に居住する自営業者の居住生活と営業の復旧についてである。

酒田大火の場合、「一次生活被害」を生活の安定した時期で捉えたと、専用住宅居住者で平均約62日後、併用住宅居住者で約40日後であった。各々の被災世帯数⁴⁾から概算した一次生活被害量は、

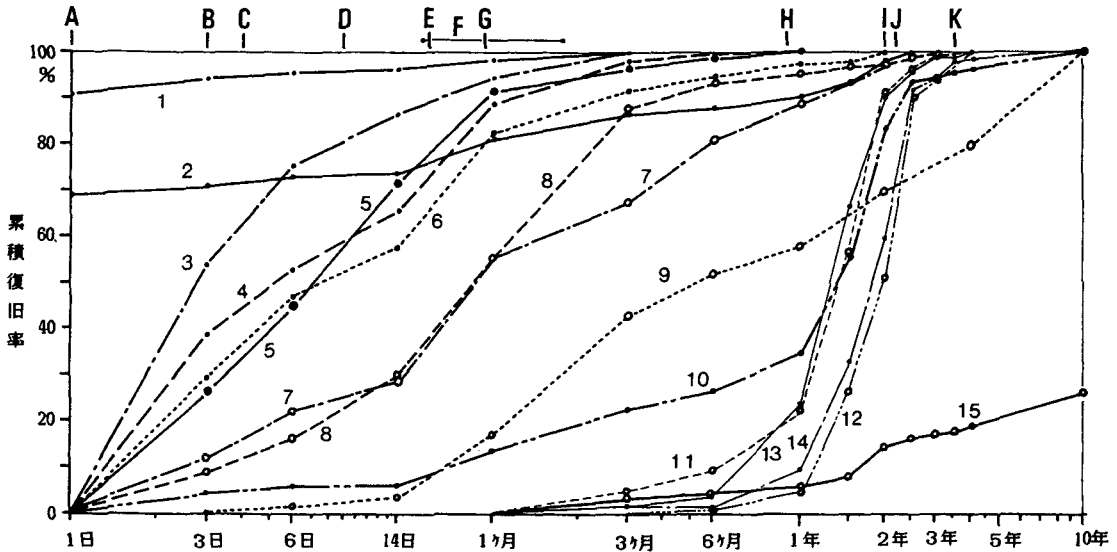
$$2日 \times 516世帯 (専用住宅) + 40日 \times 458世帯 (併用住宅) = 50,312世帯 \cdot 日, \text{となる。}$$

「二次生活被害」を、住宅が復旧するまでの日数で概算すると、自宅の再建完了が専用住宅で平均70週間後、併用住宅で平均84週間後となっているから、概算した二次生活被害量は、

$$70 \times 7日 \times 516世帯 (専用住宅) + 84 \times 7日 \times 458世帯 (併用住宅) = 522,144世帯 \cdot 日, \text{となる。}$$

「三次生活被害」を推計するのは、極めて困難である。酒田大火の調査結果から、住宅等生活復興に要した費用とそれに占める借入金の割合を見ると、専用住宅では平均復興費用1,712万円で借入金率は58%、併用住宅等自営業者では事業資金も含めた復興費用が平均4,984万円で借入金率が71%にも達している。しかも、いずれも何らかの借入金を利用している。従って、借入金の返済期間は不明であるが、少なくとも20年間以上は、「三次生活被害」を被っていることになるのである。しかも、酒田大火の場合は、図5、図6のように、自営業者のみならず居住者においても、所得や売上げが10年後でも元に戻っていないとする

- | | | |
|-------------|--------------|-------------|
| A 復興計画協議開始 | E 復興事業計画原案作成 | I 核店舗マリン5竣工 |
| B 復興計画原案作成 | F 仮設住宅建設 | J 立体駐車場竣工 |
| C 住民説明会開始 | G 土地区画整理事業決定 | K 復興まつり開催 |
| D 仮設店舗用地の選定 | H 市街地再開発事業申請 | |



- | | |
|------------------------|---------------------|
| 1 避難生活（避難所での生活期間） | 9 仕事安定（仕事が落ち着いた日） |
| 2 別居期間（家族と一緒に生活を始めた日） | 10 仮居住期間（自宅生活を始めた日） |
| 3 買物（初めて買物をした日） | 11 店舗再建開始 |
| 4 炊事（自分で食事を作り始めた日） | 12 店舗再建完了（自宅復興） |
| 5 生活資金（初めて生活資金を引き出した日） | 13 自宅再建開始 |
| 6 生活安定（生活落ち着いた日） | 14 自宅再建完了（自宅復興） |
| 7 事業資金（初めて事業資金を引き出した日） | 15 売上回復（売上げが元に戻った日） |
| 8 仮営業開始（仮営業を始めた日：休業期間） | |

図6 酒田大火における店舗併用等自営業世帯の生活と事業の復旧過程

被災者が多い。仮に返済が20年後とすると、三次生活被害量は、

$$20 \times 365 \text{日} \times (516 \text{世帯} + 458 \text{世帯}) = 7,110,200 \text{世帯} \cdot \text{日}, \text{と概算される。}$$

従って、酒田大火での被災者の生活被害量は、第一次生活被害量を1.0とすれば、二次生活被害は10.4、三次生活被害量は141.3となる。

また、長野県西部地震での王滝村での一次生活被害に対して、酒田大火の場合のそれは、4.33倍ということになる。

6. 生活復旧曲線を用いた生活被害の推計方法

(1) 「生活被害量」推計の意義

実際、災害による生活被害は、極めて多様であり、相互連鎖的である。そして生活被害は長期的に被災者の生活を圧迫する。この生活被害を、上記のように「機能喪失による生活支障世帯数と生活支障期間との積」で定量的に示すことは、防災対策を検討する上で、重要である。

すなわち、生活被害量を少なくすることは、生活支障世帯数を少なくすることおよび生活支障期間を短くすることである。生活支障世帯数は、住

宅やライフラインの施設の直接的被害に規定されるから、この「生活被害量」によって、住宅の被害軽減とライフラインの強化の重要性を定量的に示すことができるはずである。さらに、住宅やライフラインの復旧が生活支障期間を規定するから、応急対策や復旧対策の有効性を高める運用体制やそのための準備体制を検証することも可能となろう。

(2) 生活被害量の推計法

まず、住宅の全半壊、ライフラインの破損と機能喪失程度といった、当該地域の直接的な被害量の推計から「生活支障世帯数」を概算的に想定できよう。あるいは、地震災害の場合は、従来から大量想定されている「り災世帯」でも良い。

次いで、「生活支障期間」の推計である。これは、ライフラインや住宅の応急修理や復旧・復興のあり方と関連するが、第一には既往の地震災害事例などから想定される「累計復旧曲線」を設定することが必要になる。長野県西部地震での王滝村、酒田大火の被災地での事例研究では、アンケートの回答から求めた「平均復旧日数」を用いて、前章に示したように、概算した。

しかし、ここで注目すべきは、これらの平均復旧日数を各々の累積復旧曲線に代入してみると、それは累積復旧率が70～75%に至る期間に相当し

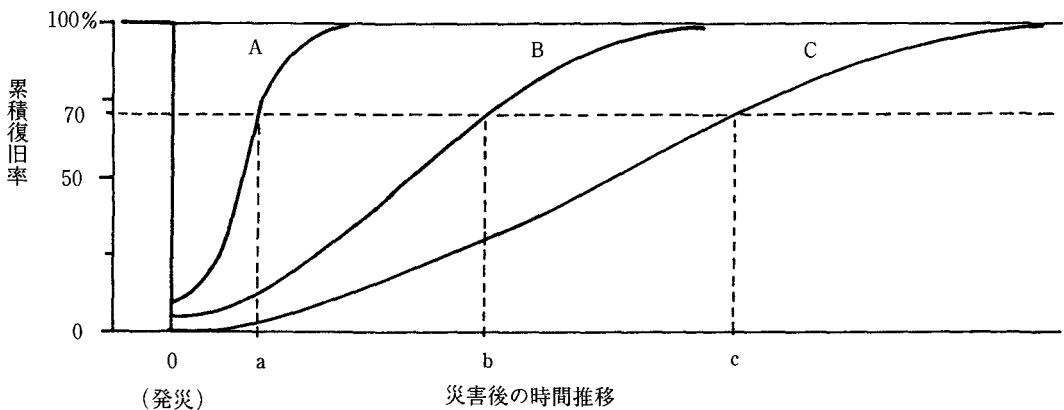
ていることである。即ち、図7のように、当該地域の地域性を加味して「累積復旧曲線」が設定できれば、その累積復旧率70%に達する期日を以て「生活支障期間」を推計することが可能となるのである。

結局、従来の被害想定における直接被害としての住宅被害等から推定される「生活支障世帯（あるいは、り災世帯）」と、被害項目毎の累積復旧曲線を設定することにより推定できる「平均復旧期間」（あるいは、機能喪失期間）」とによって、当該地域の「生活被害」を定量的に計測することが可能となろう。

7. 応急対応需要量の想定への展開に向けて

災害からの復旧・復興は、最終的には、生活被害を被った全世帯が対象となる。しかし、当該地域における被災直後の応急対策に関わる需要量は、被災世帯の疎開による需要者の減少などによって、必ずしも全被災世帯とは限らないことが想定できる。しかも、応急生活を強いられることにより物資の品目等によっては、需要水準が低下したり、逆に増大したりすることがありえよう。

このように考えると、短期間な「一次生活被



- a : 生活項目 A についての生活支障期間の近似的平均値
- b : 生活項目 B についての生活支障期間の近似的平均値
- c : 生活項目 C についての生活支障期間の近似的平均値

図7 累積復旧曲線による生活支障期間の推定

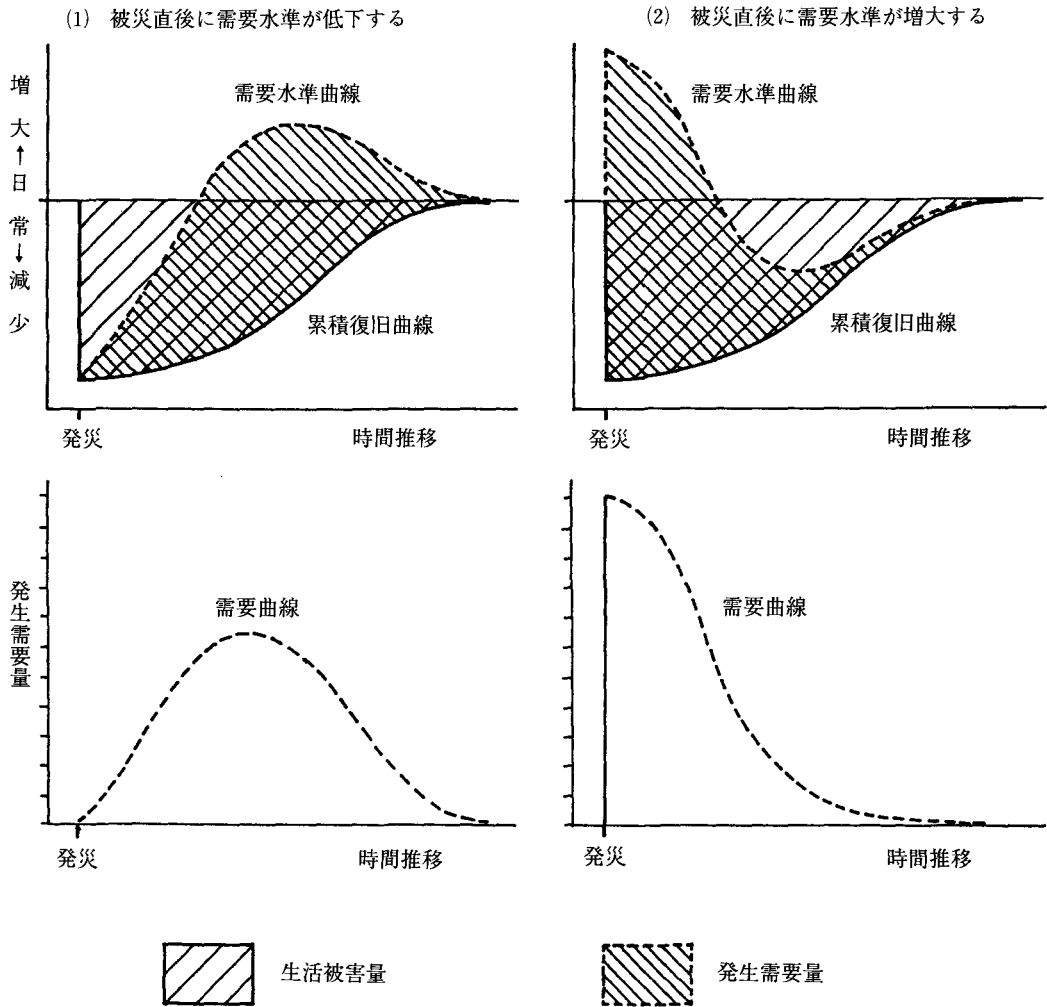


図8 応急対策需要量の概念

害」に関わる応急対策のあり方を検討するには、
 応急対応すべき生活被害についての「被災後の需
 要水準の設定」が必要になる。すなわち、概念的
 な考え方は、図8のようにできよう。

被災直後には地域での需要は低下するが一定期
 間以降に需要が急増するような、例えば住宅修理
 資材といったような応急対策物資については、図
 8(1)のようなケースである。逆に、被災直後に需
 要が急増する、例えば電池や懐中電灯、卓上コン
 ロといったような応急対策物資の場合は、図8(2)
 のようなケースとなる。従って、生活被害を累
 積復旧曲線で想定し、さらに、その被害事項の復

旧に関わる物資の需要水準曲線を設定することが
 できれば、当該地域でその物資の「需要量」を時
 間推移の中で想定することが可能となるはずであ
 る。その需要量に見合った、物資の供給が達成し
 得れば、想定したように復旧するであろうし、供
 給ができなければ、復旧は遅れることになる。こ
 うした検討から、地域の復旧を早めるのに効果
 的な物資調達といった応急対策の合理的な運用を
 検討することが可能となる。

いずれにせよ、地震被害想定にあたって、「生
 活復旧に関する事項毎の累積復旧曲線をどのよう
 に設定するか」、「災害復旧に必要な物資等の需要

水準曲線はどのように設定するか」は今後の重要な研究課題であるが、いずれも、多様な災害事例からの実態的考察が不可欠であろう。今後を期したい。

注

- 1) 被害金額については、その算定方法が確定していない。被害金額は、「失った価値」として減価償却を見込んだ金額で推計されることが一般的であるが、被災者の立場からは、「復旧に要する費用」としての費用で算定すべきではないかとも考えられる。(中林1978参照)
- 2) 調査の詳細については、中林1985, 1987, 1988 a, 1988 b, 中林・小坂1989に詳しいので省略する。
- 3) 村内給水人口1,580人に3リットル給水するには、正味約4.8トン必要である。また、王滝村も給水車を保有していたが、道路破損のため搬出不能であった。
- 4) 被災者のうち、被災後に他地域に転出し住宅を再建した人も少なくない。こうした人は、区画整理後に住宅を再建した調査対象者に較べると、自宅復旧が早かったものと思われるが、不明である。従って、ここでは、被災した専用住宅516棟、併用住宅458棟を世帯とみなして概算した。

参 考 文 献

鈴木隆雄・他

- 1980 「震災時における行動と生活空間についての一考察」第15回日本都市計画学会学術研究発表会論文集, pp. 241-246。

高野公明・他

- 1980 「震災時の生活障害並びに災害対応力に関する一考察」第15回日本都市計画学会学術研究発表会論文集, pp. 247-252。

東京都防災会議

- 1978 「東京区部における地震被害の想定に関する

報告書」491頁。

東京都防災会議

- 1985 「多摩地域における地震被害の想定に関する報告書」576頁。

中林一樹

- 1978 「被害が地域に与えるダメージとしての“被害の大きさ”について」総合都市研究, 第5号, pp. 71-89。

中林一樹

- 1979 「地震が地域に与えたダメージとその地域特性について」総合都市研究, 第8号, pp. 15-26。

中林一樹

- 1981 「地震による都市的災害の様相に関する基礎的考察」総合都市研究, 第14号, pp. 37-58。

中林一樹・他

- 1985 「地震被害に起因する世帯単位での生活支障とその応急対応・生活復旧過程に関する研究—1984年長野県西部地震の王滝村住民へのアンケート調査から—」総合都市研究, 第26号, pp. 121-146。

中林一樹

- 1987 「地震被害に起因する世帯単位での生活支障とその応急対応・生活復旧過程に関する研究」日本建築学会計画系論文報告集, 第374号, pp. 71-81。

中林一樹・他

- 1988 a 「酒田大火における被災者の生活復旧過程に関する研究」第23回日本都市計画学会学術研究論文集, pp. 481-486。

中林一樹・他

- 1988 b 「酒田大火被災者による復興市街地の評価に関する研究」第23回日本都市計画学会学術研究論文集, pp. 487-492。

中林一樹・小坂俊吉

- 1988 「〈調査資料〉酒田大火10年間の復興過程に関する調査」総合都市研究, 第35号, pp. 123-153。

Key Words (キー・ワード)

Damage estimation (被害想定), **Earthquake** (地震), **Fire** (火災), **Functional loss** (機能障害), **Life impediment** (生活支障), **Recovery of livelihood** (生活復旧)

DAMEGE ESTIMATION BASED ON FUNCTIONAL IMPEDIMENT OF LIFE
DURING RECOVERY FROM AN EARTHQUAKE DISASTER

Itsuki Nakabayashi*

*Center for Urban Studies, Tokyo Metropolitan University

Comprehensive Urban Studies, No. 38, 1989, pp.129-147

In this paper, a new method of damage estimation based on impediment of daily life functions during recovery from disasters is proposed. Traditional damage estimation calculated only quantitative values such as the number of houses collapsed, deaths and injuries, damaged constructions, and the economic value of these losses.

However, damage to residents comprises not only the losses caused by the disaster directly, but also indirect damage such as daily life impediment resulting from functional losses of life-line facilities, the heavy financial burden of the recovery of livelihood, etc.. This indirect damage was not accounted for by the traditional damage estimation methods.

My argument is that damage to daily life functions must be calculated from both the number of damaged and inconvenienced households and the period necessary for their full recovery. For example, in the case of disaster A, 100 households were damaged; they had recovered after 10 days. In the case of disaster B, 25 households were damaged that had recovered after 40 days. According to traditional estimates, the damage in case A is more severe than that of case B. But in my view, the damage is the same for both cases, since the quantitative value of daily life impediment amounts to the same 1,000 household-days.

For this kind of damage prediction, the recovery period may be calculated from the accumulated recovery ratios of various life functions. Tentatively, daily life impediment is estimated for the 1984 Nagano-ken-seibu Earthquake and 1976 Sakata City Fire.