

住宅の寿命分布に関する調査研究(1) (梗概)

加藤 裕久

はじめに

本研究は、統計的資料に基づき住宅の寿命を推定しようとするものである。元になる資料としては各市町村の固定資産税課に備えられている固定資産台帳（除却台帳を含む）に記載された建物の棟数を使用している。また、分析方法としては、人口統計における生命表の考え方や、信頼性理論における分析方法を組合せたものを用いている。本研究の目的としては、この分析方法に関する理論的検討と、従来の研究に引続いた資料の収集と分析の2つがあるが、まず、理論的検討の経緯について述べ、続いて資料収集および分析について述べる。ただし、今回収集した資料の分析に関しては、方法の検討が途中であるので従来用いていた分析方法によっている。

なお、寿命に類似した用語として耐用年数があるが、寿命とは建物が竣工してから取り壊されるまで（除却されるまで）に存在した時間の長さを表すもので、耐用年数とは異なる概念である。本研究では専らこの概念を扱うものとして耐用年数には触れないものとする。

1. 分析方法に関する理論的検討

1-1. 分析方法の概要

本研究で用いている分析方法の理論を概説する。まず時間を表す変数を x として、関数を以下のように定義する。なお、これらは信頼性理論で用いられているものを援用した。

$R(x)$ ：信頼度関数 $R(0) = 1$ で、時間経過と共に減少する。ここではある時期に建てられた建物の時間 x における残存率を表すものとする。

$F(x)$ ：不信頼度関数

$$F(x) = 1 - R(x) \cdots \cdots \textcircled{1}$$

$f(x)$ ：故障確率密度関数

$$f(x) = dF(x)/dx \cdots \cdots \textcircled{2}$$

$\lambda(x)$ ：故障率関数 ここでは時間 x における建物の減失率を表すものとする。

$$\lambda(x) = f(x)/R(x) \cdots \cdots \textcircled{3}$$

式③に式①・②を代入し整理すると以下の式が得られる。

$$R(x) = \text{e x p} \left\{ - \int \lambda(x) dx \right\}$$

時間 t における $R(t)$ は

$$R(t) = \text{e x p} \left\{ - \int_0^t \lambda(x) dx \right\} \cdots \cdots \textcircled{4}$$

と表される。

これらの展開は関数 $R(x)$ の連続性を前提としており、①式で定義される $\lambda(x)$ は時間 x における瞬間的なものである。しかしながら、実際に観察できる故障率（あるいは減失数）が一定の観察時間内のものである場合は、括弧内の積分は和によって近似する必要がある。また、本来この理論はある1群の観察対象物（コーホートという）を時間を追って観察する場合に適用されるものである。住宅の場合には長期にわたる観察が必要となって観察そのものが困難であり、また仮に観察を行なったとしても結果が得られるまでに時間がかかり過ぎることになる。したがって、現実的な結果を得るためには、若干の工夫が必要となる。また本研究のように、得られる資料が統計値である場合には、そのことによる工夫も同時に必要である。

ここで以下のものを定義する。

P_i ： i 番目の観察期間初頭における残存数

q_i ： i 番目の観察期間内における故障（減失）発生数

λ_i ： i 番目の期間内における故障（減失）率

とすると

$$\lambda_i = q_i / P_i$$

となる。また

R_i ： i 番目の観察期間終了時点における残存率

とすると④式から R_i は λ_i を用いて以下のように表すことができる。

$$R_i = \text{e x p} \left\{ - \sum_{i=1}^t \lambda_i \right\} \cdots \cdots \textcircled{5}$$

実在のコーホートを追跡調査する場合は、 λ_i はその集団の各観察期間における値を用いればよいが、本研究においてはそれを観察時点の経年別の集団における減失率で置き換えることとする。この考え方は人間の生命表を作成する場合の考え方と同じである。このような場合、現実の住宅ないし人間集団を対象としてその経年変化についての調査を行なうのではなく、ある仮想集団、すなわちその時点でこれから作られよう、あるいは生れようとする集団について、その残存率が経年によりどう変化するかを現実のデータに基づいて予想することになる。

以下、本文においては P_i 、 q_i 、 λ_i および R_i を以下のよ
うに定義し直して用いることとする。

P_i ：経年 i の集団における残存数

q_i ：経年 i の集団における故障（滅失）発生数

λ_i ：経年 i の集団の故障（滅失）率

R_i ：経年 i の終了時点における仮想集団の残存率

1-2. 平均寿命の定義

具体的な資料について式⑤を適用することにより、仮
想集団の残存率の経年変化の状態が求められる。目的に
よってはこれだけで十分な場合もあるが、結果を1つの
数値、すなわち平均寿命に集約して表現したい場合には
更に計算が必要となる。その計算過程は平均寿命の定義
と密接に関連する。

まず、一般的な平均寿命の定義としては、1つのコー
ホートに含まれるすべての個体の予想生存年数を平均し
たもの、すなわち平均余命を考慮することができる。理論
式④で表される $R(x)$ から、経年 t に至るまで存在した
個体がそれ以降生存する年数の総和、すなわち平均余命
 E_t は

$$E_t = (1/R(t)) \int_t^{\infty} R(x) dx$$

で表されることになる。通常は経年0のもの平均余命
を用いるので

$$E_0 = \int_0^{\infty} R(x) dx$$

が平均余命ということになる。

別の定義としては全体の50%が滅失するに至るまでの
年数を用いることもできる。これを50%滅失年数 B_{50} と
呼ぶことにすると、計算が容易であること、比較的新し
い建物の情報のみで数値が得られることなどから、場合
によっては平均余命よりも利用価値は高いと考えられ
る。滅失割合を様々に設定することにより、 $B_{10} \cdot B_{20}$ な
ど目的に合った指標とすることもできよう。ただし、こ
の場合には、その時点以降に生存するものの情報は、全
く生かされないで捨てられてしまうことになる。

1-3. 分布関数の当てはめ

平均余命を求める場合、定義上は積分範囲が経年0か
ら無限大に及ぶ。実際の計算は⑤式で得られる R_1 、 R_2 、
 R_3 、…を R_t の値が十分小さくなるまで順次加えて行く
ことになるが、ある時点で資料が途切れてしまうと正確
な計算は実行できない。我が国の場合、明治維新以前の
建物についての固定資産台帳資料は新築年次別には整備
されていないのが普通なので、1989年時点では経年121年
以上のものについての経年別の資料は得られないと考え
てよい。そこで平均余命を求める積分に関しては、実際
に得られたデータに適当な関数を当てはめた上で計算を

行なう必要を生じる。幸い信頼性理論では、こうした当
てはめに適した関数が幾つか経験的に知られている。

本研究の場合に適用できる可能性のあるものは、故障
確率密度関数 $f(x)$ が以下の3つのいずれかに従う場合
である。

正規分布

対数正規分布

ワイブル分布

過去の研究事例では、我が国の木造住宅については対
数正規分布が最もよく適合するという結果が一応得られ
ている。

1-4. 分析方法の問題点の検討

こうした考え方に基づいて、筆者らは過去に全国の人口
5万人以上の都市を対象とした調査を行ない、木造住宅
の平均寿命の推定を行なった(参考文献1, 2)。更に
今回同様の調査を行ない、5年を経た時点での住宅寿命
の変化状況などについて検討しているが、その詳細につ
いては後述する。それらの過程でデータの分析方法に関
して幾つかの問題点が浮上した。以下にそれらを列挙す
る。

- 1) 分析結果の信頼度
- 2) 調査対象のサンプルサイズ
- 3) 分布関数パラメータ推定の自動化
- 4) データ欠落部分の補完方法

- 1) 分析結果の信頼度

統計調査においては、サンプル調査によって得られた
結果がどの程度の確かさで母集団におけるパラメータを
表しているかが問われることが多い。たとえば、あるデー
タから得られた平均値に幅をもたせて、その母集団にお
ける平均値は何%の確率でこの範囲内に含まれるなどの
表現がなされることも多く、こうした問題を扱う学問は
推計理論と呼ばれることがある。

母集団に比べて調査対象となる集団（標本）が十分大
きければ、そこから推計されるパラメータは母集団のそ
れに十分近いものになるのが普通である。つまり推計値
の信頼度は高くなるといえる。逆にいえば、標本が小さ
いと推計値の信頼度は低くなり、推計理論によりその推
計幅を示しておく必要が生じてくる。しかしながら今回
のような事例では、既存の推計理論の知識をそのまま適
用することはできない。そこで本研究では、人工的にデー
タを作成して分布形およびパラメータの推計を繰返し、
その結果を統計的に分析することにより基礎になる知見
を得ることとした。すなわち一種のシミュレーションを
行なうものである。

- 2) 調査対象のサンプルサイズ

上述したように、調査対象の大きさ、すなわちサンプ
ルサイズは結果の信頼度に大きく影響する。サンプルサ

イズをどの程度に設定すべきかは、調査計画の中でも最も重要な項目の1つで、その目安を得ることは今後の調査には大いに役立つ。シミュレーションの結果から推定値の信頼度とサンプルサイズの関係がある程度明らかにできよう。

3) 分布関数パラメータ推定の自動化

分布関数の当てはめは、平均余命の算出との関連においてその必要性があると述べたが、今後の研究の展開および応用の上で、分布関数の当てはめ、すなわち残存率あるいは故障確率密度分布を数学的なモデルとして記述することは重要な課題である。現状では関数の当てはめについては、データから得られた R_i を確率紙上に順次プロットし、目視によりパラメータを推計するという方法を用いている。この方法は品質管理等の分野などで一般的に用いられているものであるが、多量のデータを扱う必要がある場合には非能率的であり、また、個人差による影響も皆無とは言えない。本研究においては、最小 χ^2 法を用いてパラメータ推計をコンピュータにより自動化することを試みている。元になったプログラムは、度数分布データから χ^2 値を最小とするような分布(正規, 対数正規, ワイブル)のパラメータを推計する目的で開発され、数値微分とラフソン・ニュートン法により最適解を求めるものであり、建築研究所の松本光平博士の御好意により提供されたものである。本研究ではこれを故障確率密度分布関数の推計に用いることとし、プログラムの操作性と計算精度の改善、デバッグなどを進めている。また、最小自乗法によるパラメータ推定プログラムの開発についても検討中である。

4) データ欠落部分の補完方法

我が国においては、第2次世界大戦中および敗戦の直後は物資が極端に不足し、経済も疲弊したために建物の建設量そのものが非常に少なかった。そのため時系列データを収集した場合、この部分が欠落する可能性が非常に高い。特に現存建物数 P_i が0であると減失率 λ_i の計算が不可能となり、同時にそれ以後の経年における R_i の計算もできなくなる。現状では、このような場合には $\lambda_i=0$ として計算を行なっているが、結果としてその時点以降の R_i は大きめの値となり、平均余命等も大きくなる。この方法は、平均余命の短さを主張する場合には安全側であるが、常によい方法であるとは限らない。むしろ調査の目的が、残存率分布を表す関数形とそのパラメータ推定にあるとすれば、欠落部分の補完方法を適切なものにしておく必要がある。この点についても人工的データによるシミュレーションにより検証する予定である。

5) その他

式④ないし⑤に代表されるような、本研究で用いている方法は本来、寿命推定において1群の試験体集団を経

時的に追跡調査することを前提にしている。その場合には、その集団の故障確率密度関数は1つの形をもつと仮定して何等問題は生じないのであるが、本研究の場合は建築年代の異なる複数の集団のデータから、1つの仮想集団の故障確率密度関数を推計することになる。このこと自体は1つの考え方であり、定義も明確であるので問題は無い。また、同様の考え方をとる人間の生命表の世界においても、別段問題があるとはされていないようである。しかしながら我が国の建築実務の世界では、本来同一とはみなせない(と思われる)集団のデータを一括して扱うことに対する抵抗感が存在することも十分予想できる。現実にも、ある年代の建物は資材高騰あるいは労働力不足で質が悪いか、あの時代に比べれば技術力が向上しているから最近の建物の寿命は長いはずだ、いやその逆であるなどの議論は日常的に行なわれている。したがって、こうした現実の状況が分析結果にどう影響するかについての考察も必要であると思われる。

こうした生命表的な考え方とは別に、ある時期に形成された建物の集団が実際にどういう寿命をもつかを理論的に予測することも研究としては重要である。これまで述べてきた方法では研究の前提が異なるため、こうした要請に^{こた}えることは困難である。そこで住宅統計調査のように、新築年次別住宅集団について残存数の推移が経時的に調査されている資料を用い、分析を行なうことが考えられる。しかしながら、住宅統計調査においては新築年次のグルーピングが調査年次によって異なっており、そのまま分析資料として利用することはきわめて困難な状況である。そこでこの調査における統計数値の読み替え方法の新たな開発、もしくは別の新たな資料の発掘が必要であるが、この点に関しては今後の新たな課題として取り組む必要があると考えている。

2. 減失建物の実態調査

2-1 減失建物の観察方法

建物の寿命を推定するためには、信頼性・精度の高い減失建物のデータが必要である。一般に減失建物のデータは、同じ構造・用途・規模・質等の建物が同時に竣工した集団(コーホート)が経年と共に漸次減少してゼロになるまで観察したものを得ることが好ましいとされている。しかし、建物は規模・質等が個々に異なるものでこれを同一にそろえることは大変に困難であり、また、建物は一般に寿命が長くコーホートがゼロになるまで観察することは非常に困難である。したがって、建物においてはこのようなデータを得ることはできない。

そこで、本調査においては、建物と同様に寿命の比較的に長い人間の死亡実態を観察する方式^{文3)}を援用して建物の実態調査をしたものである。

滅失建物の調査は、まず、集団の同一の条件として建物の構造、用途を同一とする。実態調査方法は図1に示す方法とする。図1を見れば明らかなように(t)、(t+1)時点を中心とした建物の経年別の滅失秩序を得ることであり、横軸の(t)観察時点において現存する新築年次別建物数と(t)から(t+1)観察時点の1年間に滅失した新築年次別建物数を調べたものである。本来、理論的には、図1におけるa-bからd-eの変動を調べなければならないが、建物の場合、竣工および滅失の月・日の記録を調べることはかなり困難であり、竣工後3年間程度において滅失した事例はほとんどなく、また、建物の寿命尺度は通常年単位である等の理由により、ここにおいては、現在観察が可能な手法と考えられる図1のa-bからc-dの変動を捉えている。

本稿において以後用いられる建物の経年別滅失件数および滅失率は、以上の方法で捉えたものであり、また今後、建物の経年別滅失率をより普遍的なものとするためには、このような調査を繰返し行なうことが望まれる。

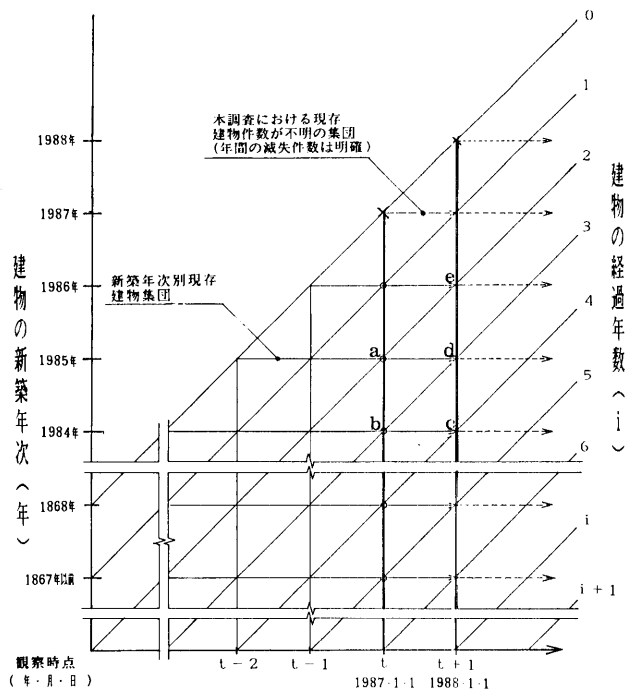


図1 滅失建物の観察方法

2-2 調査の方法

調査の方法は、調査票を全国の都道府県庁所在都市および政令指定都市(48市)へ送付して、固定資産台帳から新築年次別の建物の現存件数および滅失件数の転記を依頼した。

本調査の観察時点(t)は1987年1月1日、(t+1)は1987年12月31日である。

調査対象建物は、次の6種類である。

- 木造 : 専用住宅, 共同住宅
- 鉄筋コンクリート造 : 専用住宅, 共同住宅

鉄骨造 : 専用住宅, 共同住宅

調査票の回収は、48市のすべてから回答が得られた。なお、東京都および名古屋市は1つの区からの回答である。また、那覇市は別の調査において得られたデータを利用したものである。

3. 木造専用住宅の滅失実態と寿命の推定

3-1 滅失の実態

1) 普通滅失率

建物の普通滅失率は、[ある特定期間(通例1年)の滅失件数/その期間を代表する現存件数]の比率であり、建物集団についての平均滅失率である。普通滅失率は、建物集団の平均的寿命の長短を簡単に推測するための手法であり、寿命を推定するためのデータにはならない。また、ここでの普通滅失率は新築年次が明確な建物集団のものである。

表1 木造専用住宅の普通滅失率

都市名	現存件数	滅失件数	普通滅失率
札幌市	199,273	2,832	0.01421
青森市	57,520	720	0.01251
盛岡市	43,681	724	0.01657
仙台市	141,220	2,470	0.01749
秋田市	67,621	899	0.01329
山形市	52,375	413	0.00788
福島市	72,410	743	0.01026
水戸市	48,086	531	0.01104
宇都宮市	90,822	1,981	0.02181
前橋市	77,053	1,225	0.01589
浦和市	72,864	1,212	0.01663
千葉市	109,098	2,502	0.02293
中野区	36,837	756	0.02052
横浜市	413,525	9,610	0.02323
川崎市	175,165	3,934	0.02245
新潟市	98,299	1,311	0.01333
富山市	94,327	884	0.00937
金沢市	107,659	1,756	0.01631
福井市	59,212	753	0.01271
甲府市	51,886	839	0.01617
長野市	88,251	775	0.00878
岐阜市	56,652	1,071	0.01890
静岡市	82,572	1,365	0.01653
名古屋市(区)	12,536	301	0.02401
津市	44,706	677	0.01514
大津市	46,672	356	0.00762
京都市	345,391	5,279	0.01528
大阪市	400,650	7,605	0.01898
神戸市	184,773	2,235	0.01209
奈良市	57,015	292	0.00512
和歌山市	74,176	675	0.00910
鳥取市	28,460	258	0.00906
松江市	33,902	392	0.01156
岡山市	133,609	737	0.00551
広島市	195,446	2,834	0.01450
山口市	17,977	127	0.00706
徳島市	51,239	564	0.01100
高松市	85,798	928	0.01081
松山市	116,786	1,094	0.00936
高知市	69,139	1,126	0.01628
福岡市	172,501	3,316	0.01922
北九州市	174,140	2,513	0.01443
佐賀市	42,319	472	0.01115
長崎市	80,415	1,007	0.01252
熊本市	92,641	1,187	0.01281
大分市	83,354	892	0.01070
宮崎市	64,747	764	0.01179
鹿児島市	101,315	1,329	0.01311
全都市	5,006,115	76,266	0.01523

本調査において得られた各都市(48市)の普通減失率は表1に示す。表1により明らかなように全都市平均で1.523%、最小値は奈良市の0.512%、最大値は名古屋市(区)の2.401%であり、その差は約4.7倍もの大差がある。また、普通減失率が比較的に大きい2%以上の都市は、宇都宮、千葉、中野区、横浜、川崎市の関東の5市であり、逆に比較的に小さい0.1%以下の都市は、山形、富山、長野、大津、奈良、和歌山、鳥取、岡山、山口、松山市の10市で西日本の都市が多い。このような結果から前者の都市は比較的に寿命は短く、後者の都市は比較的に寿命が長いことが推測できる。

本調査の結果である全都市平均1.523%と「1985年木造専用住宅減失実態調査(192市)」(以下省略して前回調査という)^{文1)・文2)}の結果である全都市平均1.1596%の値を比較してみると桁数が違うほどの大差ではなく、2度の調査結果からではあるが木造専用住宅の普通減失率は意外と安定しているといえる。

2) 経年別の減失率

ここでの建物の寿命を推定するためには、建物の経年別の減失率データが必要である。建物の経年別の減失率(λ_t)は、次式により求めたものである。

$$\lambda_t = (t \text{ 年 } 1 \text{ 年間の減失件数}) / (t \text{ 年初頭の現存件数}) \quad \text{.....⑥}$$

各都市の経年による減失率の実態をみると、経年による減失率の動向は各都市各様であり、この減失曲線を分類整理することは難しいが、共通して経年0年から3年頃までは減失率ゼロであり、経年3年を過ぎる頃より経年30年頃まで減失率は漸次上昇する。この上昇曲線は比較的にバラツキの少ない曲線を描いている。しかし、経年30年頃を過ぎると現存建物件数が少なくなるためか減失率のバラツキが大きくなり、この傾向は経年120年(調査最高経年)まで長く続く(図2に千葉市の事例を示す)。

全都市の経年による減失率を求めた結果を図3に示す。各都市別にみた経年による減失率曲線に比べてバラツキが小さくなり、建物集団を大きくした統計的な効果によるものと考えられる。減失率は、経年0年から10年頃までは緩やかに上昇するが、経年10年頃を境にやや急激に上昇し経年40年頃に頂点に達し、この点を境に経年70年頃まで緩やかに下降するが、経年70年頃より経年120年まではバラツキのある横這い状態を示す。以上の経年による減失率の結果と前回調査の結果である全都市の経

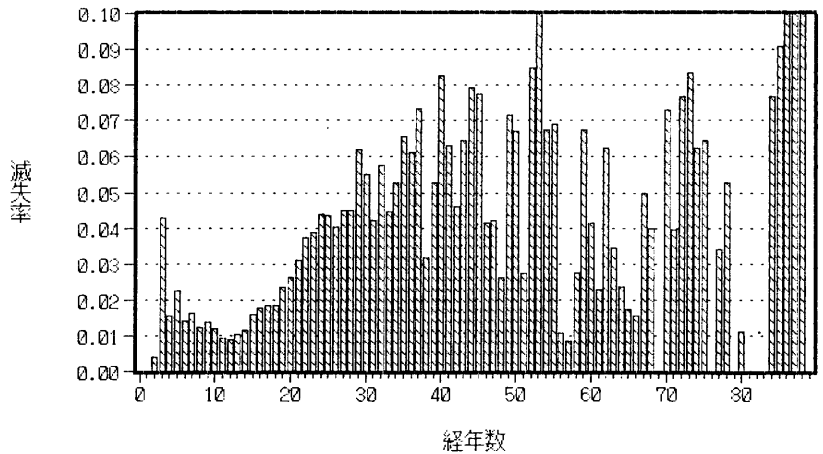


図2 経年別減失率(千葉市)

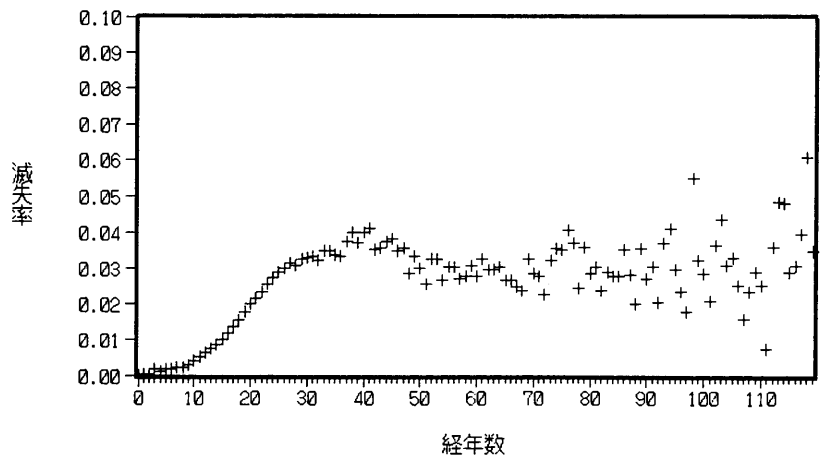


図3 木造専用住宅の経年別減失率(全都市)

年による減失率を比較したものが図4であり、図4をみれば明らかなように両者の経年による減失率動向はほぼ同じである。この結果は木造専用住宅の経年による減失率是对数正規分布に近似するという前回調査の結果を裏付けたことになる。

寿命推定に用いる減失率データは、建物集団が大きいほど安定したデータが得られるが、木造専用住宅の場合、都道府県庁所在都市の建物集団程度であれば寿命推定に何とか用いることができると考えられる。

3-2 寿命の推定

寿命の推定は、前述1章に示した寿命推定式に3-1、2)の結果である経年による減失率(λ_t)を代入して求めたものである。ただし、ここでの寿命とは、残存率(R_t)が50%(B_{50})に達した年数をいう。各都市および全都市の寿命推定の結果は、表2に示す。表2の上段は今回の結果であり、下段は前回調査の結果である。

今回の調査により得られた木造専用住宅の寿命は、全都市で33年~37年である。更に、この結果をワイブル型累積ハザード確率紙にプロットし^{文6)}、その結果から残存率(R_t)曲線を描き寿命推定を試みたのが図5である。

表2 全都市および都市別の木造専用住宅の寿命

注：上段は本調査結果（1987年）、下段は前回調査（1981年～1983年）

〔都市別・北海道・東北地方〕

調査対象	残存率 R(t)				
	90%	80%	70%	60%	50%
札幌市	1～17	18～20	21～23	24～26	27
	16.35	19.80	22.76	25.44	28.39
青森市	2～17	18～21	22～25	26～30	31～35
	18.43	21.34	24.74	29.10	34.07
盛岡市	2～18	19～23	24～27	28～31	32～35
	17.31	22.42	26.51	33.05	38.43
仙台市	1～17	18～22	23～26	27～31	32～36

秋田市	6～20	21～25	26～30	31～34	35～40
	18.39	22.91	27.70	32.78	37.89
山形市	2～22	23～29	30～37	38～42	43～46
	18.78	23.05	27.12	32.28	36.67
福島市	4～21	22～26	27～31	32～36	37～43

〔都市別・関東地方〕

調査対象	残存率 R(t)				
	90%	80%	70%	60%	50%
水戸市	3～20	21～26	27～32	33～39	40～46

宇都宮市	4～18	19～21	22～24	25～27	28～30
	17.14	21.09	24.08	27.29	31.56
前橋市	1～17	18～22	23～26	27～30	31～35
	18.96	24.42	29.27	32.80	39.34
浦和市	4～17	18～22	23～26	27～30	31～34
	16.00	21.93	26.39	31.02	34.15
千葉市	2～6	7～15	16～21	22～25	26～28
	15.06	19.45	23.13	26.26	28.29
中野区	2～19	20～25	26～30	31～35	36～40

横浜市	4～16	17～20	21～24	25～27	28～30
	16.01	20.74	24.94	28.96	33.43
川崎市	1～13	14～18	19～23	24～26	27～30
	16.28	21.02	24.94	28.39	32.25

〔都市別・中部地方〕

調査対象	残存率 R(t)				
	90%	80%	70%	60%	50%
新潟市	1～20	21～24	25～28	29～34	35～39
	19.71	25.15	31.13	39.03	47.49
富山市	3～23	24～28	29～33	34～39	40～46
	21.52	27.14	32.96	37.48	42.98
金沢市	3～18	19～22	23～26	27～30	31～34
	17.94	23.52	28.06	32.78	38.5
福井市	1～20	21～25	26～30	31～35	36～40

甲府市	1～19	20～24	25～29	30～33	34～39

長野市	1～19	20～25	26～31	32～36	37～39
	20.41	26.53	31.43	36.57	42.08
岐阜市	2～17	18～23	24～26	27～30	31～34
	19.39	22.86	25.96	29.52	33.54
静岡市	3～19	20～23	24～28	29～31	32～37
	16.46	20.96	24.83	29.11	33.52
名古屋市(区)	1～18	19～22	23～28	29～32	33～38

〔都市別・近畿地方〕

調査対象	残存率 R(t)				
	90%	80%	70%	60%	50%
津市	1～18	19～25	26～29	30～33	34～39
	19.40	25.26	31.15	36.57	49.29
大津市	1～20	21～27	28～35	36～45	46～56
	30.10	32.88	35.04	36.95	39.70
京都市	1～18	19～25	26～30	31～35	36～40
	20.63	26.99	33.23	37.28	42.76
大阪市	2～16	17～23	24

神戸市	1～20	21～27	28～33	34～38	39～43

奈良市	4～24	25～33	34～38	39～47	48～57
	21.53	23.29	24.75	27.26	29.39
和歌山市	4～21	22～27	28～35	36～41	42～48

〔都市別・中国・四国地方〕

調査対象	残存率 R(t)				
	90%	80%	70%	60%	50%
鳥取市	10～22	23～30	31～35	36～39	40～43
	24.68	30.64	37.32	50.56	60.88
松江市	4～19	20～24	25～31	32～39	40～46
	25.63	33.18	40.71	44.50	56.94
岡山市	2～24	25～33	34～38	39～42	43～55
	24.41	34.50	51.07	66.90	77.38
広島市	1～19	20～24	25～28	29～33	34～36
	19.40	24.94	29.19	33.29	37.29
山口市	2～21	22～26	27～31	32～40	41～45
	28.40	30.64	32.17	32.84	33.83
徳島市	2～21	22～27	28～32	33～37	38～44
	19.09	22.30	23.81	25.41	27.37
高松市	4～22	23～28	29～34	35～39	40～45
	21.10	27.34	31.95	36.37	42.13
松山市	2～22	23～29	30～38	39～45	46～56
	18.79	23.68	28.49	33.86	38.68
高知市	1～17	18～22	23～26	27～30	31～36
	18.55	23.75	28.98	34.21	42.49

〔都市別・九州地方〕

調査対象	残存率 R(t)				
	90%	80%	70%	60%	50%
福岡市	1～16	17～21	22～25	26～29	30～33
	19.21	24.01	27.62	31.11	35.74
北九州市	6～22	23～28	29～32	33～36	37～38

佐賀市	5～20	21～26	27～30	31～36	37～41
	37.00	53.17	63.63	71.02	79.72
長崎市	4～22	23～29	30～34	35～40	41～46
	21.61	30.05	38.04	53.37	68.04
熊本市	2～18	19～24	25～32	33～38	39～45
	18.31	22.15	26.77	31.31	35.38
大分市	2～20	21～24	25～29	30～33	34～40
	19.47	24.09	29.06	32.96	37.15
宮崎市	3～19	20～24	25～28	29～32	33～41
	19.10	23.93	28.40	33.77	40.26
鹿児島市	2～19	20～25	26～31	32～36	37～42
	18.30	23.03	28.24	33.13	38.43
全国	1～18	19～23	24～28	29～32	33～37
	18.75	23.79	28.31	32.95	37.97

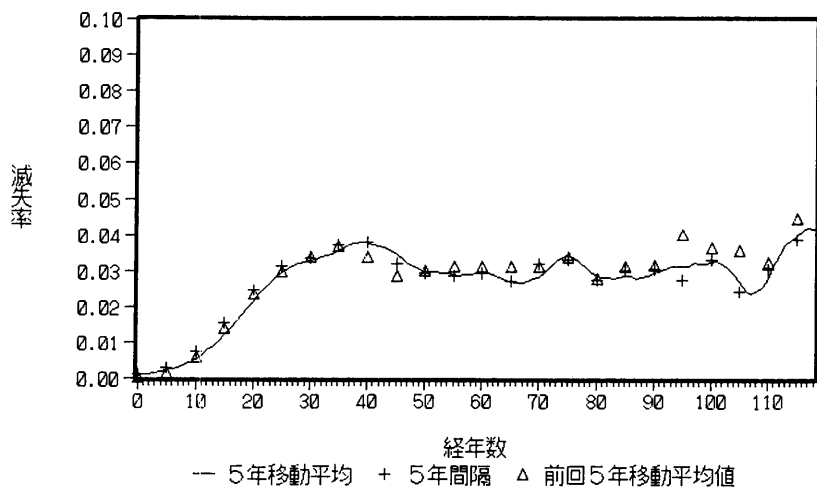


図4 木造専用住宅の経年別滅失率前回との比較(全都市)

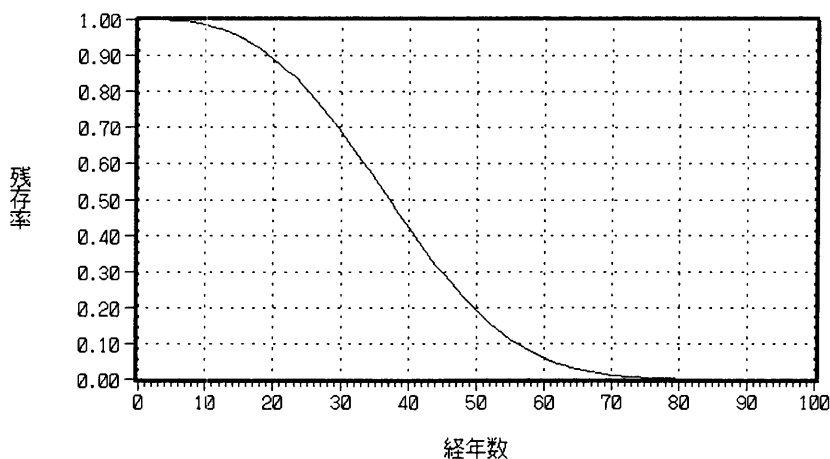


図5 木造専用住宅の寿命(全都市・ワイブルによる推定)

図5をみれば明らかなように寿命は37年と推定できる。しかし、確率紙への適合性は、経年10~40年の間は良く適合をするが、経年10年未満、経年40年以上はあまり適合しない。そこで、今後、寿命推定の精度を更に上げるための検討が必要である。

各都市の木造専用住宅の寿命は、最小値が千葉市の26~28年、最大値が奈良市の48年~57年でありその差は約2倍である。この結果と前回調査の結果を比べると差幅は今回の方が大変に縮まっている。また、各都市別に今回と前回の寿命の差をみると、差が比較できる都市は37市であり、そのうちで差が5年以下の都市は27市(約73%)である。全都市の寿命は、今回が37年、前回調査が37.97年でありほぼ同じ結果が得られた。

このように、2回の木造専用住宅の滅失実態調査による寿命推定において、大差のない結果を得たことの意義は大きいと考える。

4. 鉄筋コンクリート造専用住宅の滅失実態と寿命の推定

4-1 滅失の実態

1) 普通滅失率

建物の普通滅失率は、木造専用住宅と同様の手法により求めたものであり、ここにおいては省略する。

本調査において得られた各都市(49市)の普通滅失率は、表3に示す、ただし、大阪市はデータが不備のため削除してある。表3により明らかなように、全都市平均で0.299%、最小値は盛岡、山形、長野、佐賀市の0.00、最大値は千葉市の1.474%であり、その差幅には大差がある。普通滅失率が比較的に大きい1.0%以上の都市は、青森と千葉の2市であり、逆に1年間に鉄筋コンクリート造(以下省略してRC造という)専用住宅建物が全く滅失しない都市が4市もある。また、1年間の滅失件数が10件未満の都市は調査都市中に約76%もの多くを占めている。このように、RC造専用住宅の普通滅失率は木造専用住宅と比較すると大変に小さく、RC造専用住宅の寿命を推定するために必要な安定したデータを収集するには建物集団をかなり大きくすることが必要であると考えられる。

ことが必要であると考えられる。

2) 経年別の滅失率

ここでの建物の寿命を推定するためには、建物の経年別の滅失率データが必要であり、建物の経年別の滅失率(λ)は、木造専用住宅と同様の手法により求めたものであり、ここにおいては省略する。

RC造専用住宅の普通滅失率の実態をみれば明らかな通り、各都市別に経年による滅失率を求めてみても、滅失率の欠落(建物が現存しない場合)が多く、特に経年30年以上になるとこの傾向が強い。そこで、ここでは、次のように各都市を地方別にまとめ建物集団を大きくして経年による滅失率を求めた。

- 北海道・東北地方：札幌、青森、盛岡、仙台、秋田、山形、福島の7市
- 関東地方：水戸、宇都宮、前橋、浦和、千葉、中野区、横浜、川崎の8市
- 中部地方：新潟、富山、金沢、福井、甲府、長野、岐阜、静岡、名古屋(区)の9市
- 近畿地方：津、大津、京都、神戸、奈良、和

歌山の6市
 中国地方：鳥取、松江、岡山、広島、山口の5市
 四国地方：徳島、高松、松山、高知の4市
 九州・沖縄地方：福岡、北九州、佐賀、長崎、熊本、大分、宮崎、鹿児島、那覇の9市

地方別の経年による減失率の動向は各地方各様であり、この減失曲線を分類整理することは難しいが、共通的に次のようなことがいえる。経年0年から5年頃までは減失率ゼロであり、経年5年を過ぎる頃より経年30年頃まで減失率は漸次上昇するが、この上昇曲線はバラツキの大きい曲線を描いている。経年35年頃を過ぎると現存建物がなくなってしまう地方が多い。図6は、全都市の経年による減失率であり、その動向は地方別の共通的な動向と傾向はほぼ同じであるが、地方別にみた経年による減失率曲線に比べてバラツキが小さくなり、建物集

団を大きくした統計的な効果によるものと考えられる。以上のように、RC造専用住宅の寿命推定に用いる安定的な減失率データを得るためには、ここでの全都市建物集団程度の大きさの集団が必要と考えられる。

4-2 寿命の推定

寿命の推定は、前述1章に示した寿命推定式に4-1、2)の結果である経年による減失率(λ_t)を代入して求めたものである。

各地方別の経年による減失率データを用いて寿命の推定を試みたが、経年による減失率データの欠落等により期待した結果が得られなかった。そこで、ここにおいて

表4 鉄筋コンクリート造専用住宅の寿命(全都市)

		(年)				
残存率(Rt)		90%	80%	70%	60%	50%
全都市	原データ	1~25	26~32	33	34~39	40~47
	ワイブル	25	32	37	42	47

表3 鉄筋コンクリート造専用住宅の普通減失率

都市名	現存件数	減失件数	普通減失率
札幌市	1,776	5	0.00281
青森市	215	3	0.01395
盛岡市	278	0	0.00000
仙台市	6,049	13	0.00214
秋田市	3,59	2	0.00557
山形市	240	0	0.00000
福島市	787	1	0.00127
水戸市	1,028	1	0.00097
宇都宮市	1,616	6	0.00371
前橋市	907	5	0.00551
浦和市	1,035	2	0.00193
千葉市	2,577	38	0.01474
中野区	3,737	5	0.00133
横浜市	7,810	67	0.00857
川崎市	31,609	13	0.00041
新潟市	816	3	0.00367
富山市	2,779	21	0.00755
金沢市	1,942	8	0.00411
福井市	1,502	1	0.00066
甲府市	1,081	2	0.00185
長野市	513	0	0.00000
岐阜市	4,368	10	0.00228
静岡市	4,357	22	0.00504
名古屋市(区)	545	3	0.00550
津市	762	1	0.00131
大津市	778	5	0.00642
京都市	12,747	28	0.00219
大阪市	-	-	-
神戸市	9,987	32	0.00320
奈良市	1,299	12	0.00923
和歌山市	7,040	16	0.00227
鳥取市	429	1	0.00233
松江市	322	1	0.00310
岡山市	3,173	3	0.00094
広島市	12,960	33	0.00254
山口市	646	2	0.00309
徳島市	9,119	32	0.00350
高松市	3,753	4	0.00106
松山市	2,053	1	0.00048
高知市	1,495	8	0.00535
福岡市	3,314	29	0.00875
北九州市	4,235	28	0.00661
佐賀市	281	0	0.00000
長崎市	2,789	4	0.00143
熊本市	1,326	3	0.00226
大分市	1,695	9	0.00530
宮崎市	1,377	4	0.00290
鹿児島市	6,110	18	0.00294
那覇市	4,137	3	0.00072
全都市	169,750	508	0.00299

表5 鉄骨造専用住宅の普通減失率

都市名	現存件数	減失件数	普通減失率
札幌市	1,066	5	0.00469
青森市	382	3	0.00785
盛岡市	360	3	0.00833
仙台市	955	5	0.00523
秋田市	370	2	0.00540
山形市	502	0	0.00000
福島市	629	0	0.00000
水戸市	634	2	0.00315
宇都宮市	2,731	12	0.00439
前橋市	2,208	14	0.00634
浦和市	1,323	0	0.00000
千葉市	988	73	0.07388
中野区	493	0	0.00000
横浜市	4,364	38	0.00870
川崎市	3,342	9	0.00269
新潟市	740	9	0.01216
富山市	3,707	12	0.00323
金沢市	3,223	21	0.00651
福井市	1,667	2	0.00119
甲府市	1,001	5	0.00499
長野市	753	1	0.00132
岐阜市	4,764	20	0.00419
静岡市	4,597	16	0.00348
名古屋市(区)	772	0	0.00000
津市	1,499	8	0.00533
大津市	1,648	6	0.00364
京都市	9,282	45	0.00484
大阪市	-	-	-
神戸市	2,641	10	0.00378
奈良市	1,233	4	0.00324
和歌山市	3,848	9	0.00233
鳥取市	1,126	2	0.00177
松江市	1,751	6	0.00342
岡山市	3,012	13	0.00431
広島市	5,046	23	0.00455
山口市	215	0	0.00000
徳島市	3,763	6	0.00159
高松市	1,646	12	0.00729
松山市	3,608	13	0.00360
高知市	3,576	18	0.00503
福岡市	2,319	28	0.01207
北九州市	2,403	7	0.00291
佐賀市	327	1	0.00305
長崎市	1,798	9	0.00500
熊本市	1,888	2	0.00105
大分市	868	5	0.00576
宮崎市	588	4	0.00680
鹿児島市	5,727	46	0.00803
那覇市	76	0	0.00000
全都市	101,459	529	0.00521

はより建物集団を大きくした全都市の寿命推定を行なった、その結果は、表4の上段に示す。

今回の調査により得られたRC造専用住宅の寿命は、全都市で40年～47年である。更に、この結果をワイブル型累積ハザード確率紙にプロットし、その結果から残存率(R_t)曲線を描き寿命推定を試みたのが図7である。図7をみれば明らかかなように寿命は46年と推定できる。しかし、確率紙への適合性は、経年10～40年の間はほぼ適合をするが、経年10年未満、経年40年以上はあまり適合しない。

5. 鉄骨造専用住宅の減失実態と寿命の推定

5-1 減失の実態

1) 普通減失率

建物の普通減失率は、木造専用住宅と同様の手法により求めたものであり、ここにおいては省略する。

本調査において得られた各都市(49市)の普通減失率は、表5に示す、ただし、大阪市はデータが不備のため削除してある。表5により明らかかなように、全都市平均で0.521%、最小値は山形、福島、浦和、中野区、名古屋(区)、山口、那覇市の0.00、最大値は千葉市の7.388%であり、その差幅には大差がある。普通減失率が比較的に大きい1.0%以上の都市は、千葉と新潟の2市であり、逆に1年間に鉄骨造専用住宅建物が全く減失しない都市がRC造専用住宅よりも多く7市もある。また、1年間の減失件数が10件未満の都市は調査都市中に約67%もの多くを占めている。このように、鉄骨造専用住宅の普通減失率は木造専用住宅と比較するとRC造専用住宅と同様に大変に小さく、鉄骨造専用住宅の寿命を推定するために必要な安定したデータを収集するにはRC造専用住宅と同様に建物集団をかなり大きくすることが必要であると考えられる。

2) 経年別の減失率

ここでの建物の寿命を推定するためには、建物の経年別の減失率データが必要であり、建物の経年別の減失率(λ_t)は、木造専用住宅と同様の手法により求めたものであり、ここにおいては省略する。

鉄骨造専用住宅の普通減失率の実態をみれば明らか通り、各都市別に経年による減失率を求めてみても、減失率の欠落(建物が現存しない場合)が多く、特に経年25年以上になるとこの傾向が強い。そこで、ここでは、

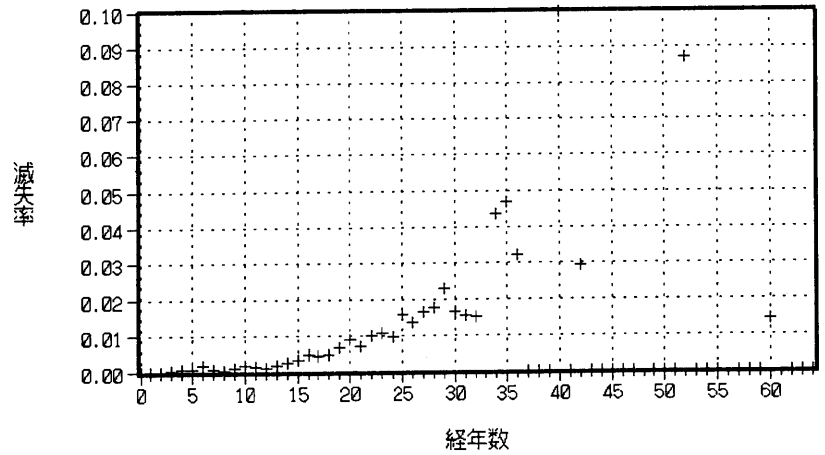


図6 鉄筋コンクリート造専用住宅の経年別減失率(全都市)

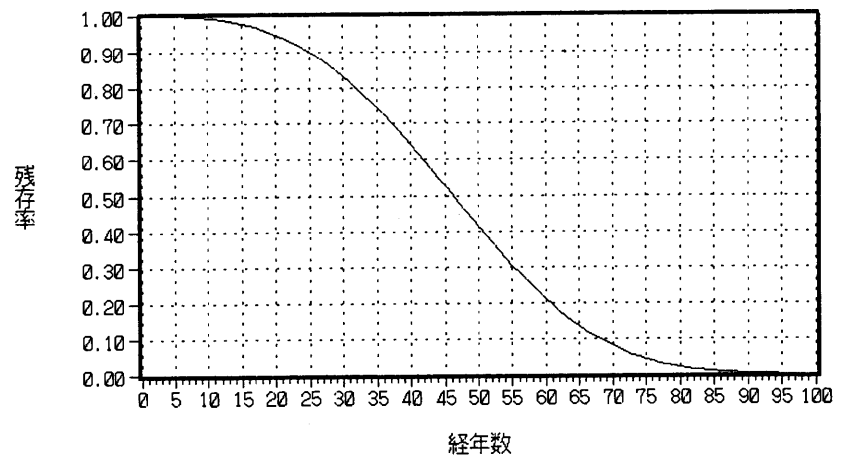


図7 鉄筋コンクリート造専用住宅の寿命(全都市・ワイブルによる推定)

RC造専用住宅と同様に各都市を地方別にまとめ建物集団を大きくして経年による減失率を求めた。

地方別の経年による減失率の動向は各地方各様であり、この減失曲線を分類整理することは難しいが、共通的に次のようなことがいえる。経年0年から5年頃までは減失率がゼロに近い値であり、経年5年を過ぎる頃より経年25年頃まで減失率は漸次上昇するが、この上昇曲線はバラツキの大きい曲線を描いている。経年25年頃を過ぎると現存建物がなくなってしまう地方が多い。

図8は、全都市の経年による減失率であり、その動向は地方別の共通的な動向と傾向はほぼ同じであるが、地方別にみた経年による減失率曲線に比べてバラツキが小さくなり、RC造専用住宅と同様建物集団を大きくした統計的な効果によるものと考えられる。

以上のように、鉄骨造専用住宅の寿命推定に用いる安定的な減失率データを得るためには、ここでの全都市建物集団程度の大きさの集団が必要と考えられる。

5-2 寿命の推定

寿命の推定は、前述1章に示した寿命推定に5-1、2)の結果である経年による減失率(λ_t)を代入して求めた

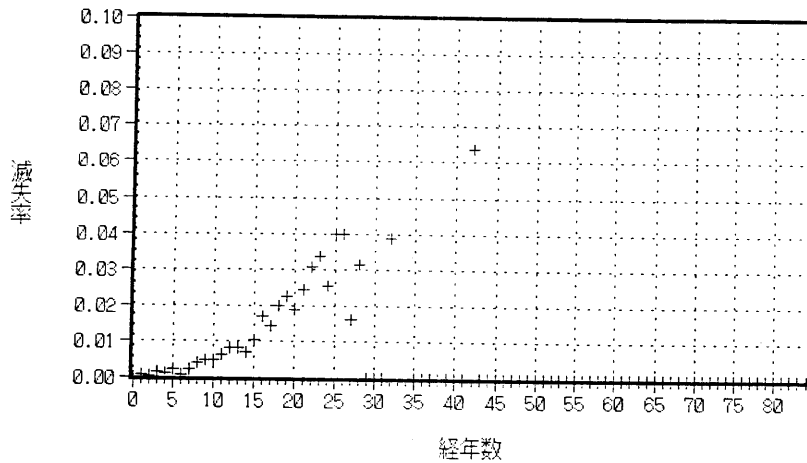


図8 鉄骨造専用住宅の経年別減失率（全都市）

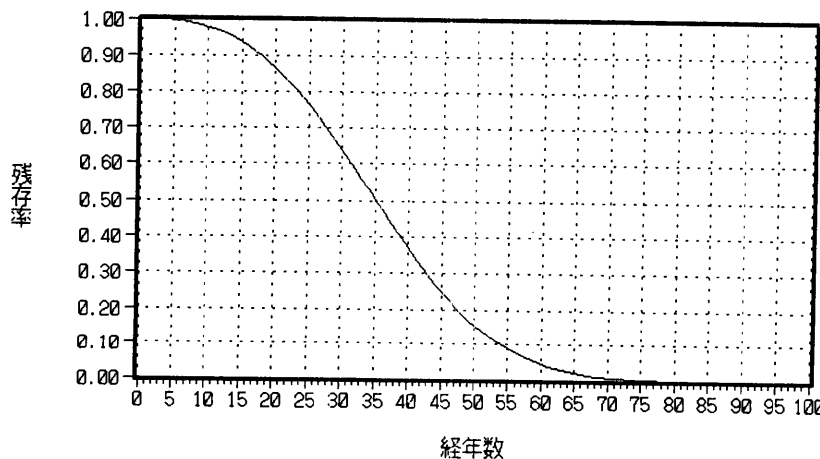


図9 鉄骨造専用住宅の寿命
（全都市・ワイブルによる推定）

ものである。

各地方別の経年による減失率データを用いて寿命の推定を試みたが、経年による減失率データの欠落等により期待した結果が得られなかった。そこで、ここにおいてはより建物集団を大きくした全都市の寿命推定を行なった、その結果は、表6の上段に示す。

今回の調査により得られた鉄骨造専用住宅の寿命は、全都市で33年である。更に、この結果をワイブル型累積ハザード確率紙にプロットし、その結果から残存率(R_t)曲線を描き寿命推定を試みたのが図9である。図9をみれば明らかなように寿命は35年と推定できる。しかし、確率紙への適合性は、経年6～30年の間はほぼ適合をするが、経年6年未満、経年30年以上はあまり適合しない。

6. まとめ

本研究は、統計的資料に基づき住宅寿命を推定することを最終目的としているものである。本稿においては、①建物の寿命推定に関する分析方法の理論的検討と、②建物の減失実態調査を行ない木造、RC造、鉄骨造の専用住宅の普通減失率、経年による減失率の実態を明らかにした、③その結果により寿命の推定をした。寿命の推

表6 鉄骨造専用住宅の寿命（全都市）
(年)

残存率(R_t)	90%	80%	70%	60%	50%
原データ	1~17	18~22	23~26	27~32	33
ワイブル	17	23	27	32	35

定方式は、累積ハザード関数を援用した。その主な結果を次に示す。建物の寿命は木造専用住宅で約37年、RC造専用住宅で約46年、鉄骨造専用住宅で約35年を得た。特に鉄骨造専用住宅の寿命は、本研究において初めて得られた成果である。また、木造専用住宅の寿命推定の結果は、「1985年木造専用住宅減失実態調査(192市)」の寿命推定結果とほぼ同じ成果を得た意義は大きいと考えられる。

おわりに

本研究は、継続研究を得ており、今回分析が間に合わなかった木造、鉄筋コンクリート造、鉄骨造の共同住宅の減失実態と寿命の推定の分析を行っており、また、統計的資料に基づき住宅の寿命推定に関する分析方法の理論的検討も更に深めている。おわりに、調査に協力下さった自治省および地方公共機関に感謝いたします。

<参考文献>

- 1) 加藤裕久、小松幸夫：木造専用住宅の寿命に関する調査研究—累積ハザード法による寿命推定—、日本建築学会計画系論文報告集、第363号、pp.20~26、昭和61年5月
- 2) 加藤裕久、小松幸夫：都市別にみた木造専用住宅の寿命—木造専用住宅の寿命に関する調査研究 その2—、日本建築学会計画系論文報告集、第375号、pp.57~63、昭和62年5月
- 3) 館 稔 「人口分析の方法」古今書院
- 4) 三根、河合 「信頼性・安全性の基礎数理」日科技連
- 5) 鈴木、市田 「信頼性の分布と統計」日科技連
- 6) 塩見、三角、斎藤、益田 「信頼性における確率紙の使い方」日科技連

<研究組織>

主査 加藤 裕久 小山工業高等専門学校 教授
委員 吉田 倬郎 工学院大学 助教授
小松 幸夫 横浜国立大学 助教授
野城 智也 建設省建築研究所主任研究員