【論　文】
UDC：69.059.4：333.322.6

日本建築学会計画系論文報告集
第 363 号・昭和 61 年 5 月

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—

正会員　加　藤　裕　久*
正会員　小　松　幸　夫**

1. はじめに

木造住宅に限らず建物の寿命に関しては，ある側面に注目した理論的な考察・研究はなされているものの，統計的な調査によって耐用年数の実態を明確にした研究例はほとんど皆無と思われる。平均余命が毎年発表される人口の場合などとは異なり，建物の場合には統計的な分析に利用できる資料が限られているためと思われる。

本研究では，統計的に建物の寿命を把握するため，まずアンケート調査によって建物の残存と滅失の状況を明らかにし，さらにその結果として得られた資料を基礎に信頼性理論を援用して，全国の木造専用住宅について寿命の統計的推定を試みる。なお本研究の一部はすでに報告済み[1]であるが，本報告においては既報の資料に一部修正を加えて分析対象を増やしている。

2. 建物耐用年数の現況について

現在，建物の耐用年数については大蔵省令による税制上の償却年数，固定資産家屋評価における耐用年数，あるいは建築関係者の経験による値（例えば木造専用住宅ならば約 30 年というような値）が一般的に利用されている。しかしながらそれらの値が，実際の建物の寿命とどのように関連しているかについては明確には示されていないのが現状であろう。これは建物に関して公表されている各種の統計が新築建物中心であるため，建物寿命の推定に必須の建物数の時間的変化を統計的に読み取るのが困難であることが主な理由と考えられる。こうした問題を克服する意図をもった先駆的な研究としては，伊藤[2]あるいは谷による研究[3]がある。これはある地域における建物の現存棟数を調査し，建物数の経年変化の状態を数式にあてはめて，建物の寿命を平均寿命として求めようとしたものであるが，分析資料が現存棟数のみであるため，新築年次別の現存棟数をそのままある仮想集団の建物の経年別残存数としていることに不十分さを残している。この場合には各年次別の建設量（新築数）と滅失量が定常状態にあるとの前提が必要であるが，これは全国規模で考える場合には現実的でない。

* 小山工業高等専門学校　助教授
** 新潟大学　助教授・工博
（昭和 60 年 8 月 28 日原稿受理）

表—1　調査対象都市

県　名	都　市　名
北海道	札幌　函館　釧路　小樽　帯広　苫小牧　室蘭 北見　江別　岩見沢　千歳　滝川　稚内
青　森	青森　八戸　弘前　十和田　五所川原
岩　手	盛岡　花巻　釜石　宮古　水沢
宮　城	石巻　泉　塩竈
秋　田	秋田
山　形	山形　酒田　鶴岡　米沢　天童
福　島	いわき　郡山　会津若松　須賀川
茨　城	土浦　勝田　取手
栃　木	宇都宮　足利　小山　栃木　鹿沼
群　馬	前橋　高崎　桐生
埼　玉	川口　浦和　大宮　川越　熊谷　新座　飯能
千　葉	千葉　木更津　成田　館山
東　京	八王子　青梅
神奈川	横浜　川崎　相模原　横須賀　藤沢
新　潟	新潟　上越　三条　柏崎　新発田　新津
富　山	富山　氷見
石　川	金沢　小松　加賀　七尾
福　井	武生　敦賀　鯖江
山　梨	富士吉田
長　野	長野　松本　上田　飯田　岡谷
岐　阜	岐阜　大垣　各務原　多治見　中津川
静　岡	浜松　静岡　清水
愛　知	豊田　岡崎　東海
三　重	鈴鹿　津　松坂
滋　賀	大津　彦根　草津　近江八幡　長浜
京　都	京都　城陽　亀岡　長岡京　向日
大　阪	大阪　高槻　八尾
兵　庫	姫路　西宮　明石
奈　良	奈良　橿原　大和郡山　生駒　桜井
和歌山	和歌山　田辺　海南
鳥　取	鳥取　米子　倉吉
島　根	松江　浜田
岡　山	岡山　倉敷　玉野　津山　笠岡
広　島	広島　福山　呉　三原
山　口	下関　宇部　山口　岩国　徳山
徳　島	徳島　鳴門　阿南
香　川	高松　丸亀　坂出
愛　媛	松山　新居浜　今治　西条
高　知	高知
福　岡	福岡　直方
佐　賀	佐賀　唐津　伊万里　鳥栖
長　崎	長崎　佐世保　諫早　大村
熊　本	熊本　八代
大　分	大分
宮　崎	宮崎　延岡　都城　日向　日南
鹿児島	鹿児島　鹿屋　川内
沖　縄	沖縄　浦添

本研究においては以上の問題に留意し，まず統計値としての資料の正確さを期するために，建物の経年変化を表す資料として，現状では最も完備していると考えられる固定資産台帳から数値を抽出した。また資料分析の方法について理論的な妥当性を確保するために現存棟数と滅失棟数の二つを利用し，経年による滅失率の実態を把握するとともに，信頼性理論による手法を援用して以下に述べるような分析を試みた。

3. 建物の現存棟数と滅失の実態調査

調査対象とした原資料は，全国の人口5万人以上（昭和59年時点）の各都市別の固定資産台帳である。そこから昭和56年から昭和58年の間の，ある調査時点における木造専用住宅の現存（残存）棟数と滅失（除却・消滅を含む）棟数を調査し，整理集計した。調査は，対象となった各都市の固定資産税課に調査用紙を送付し，固定資産台帳に記載された木造専用住宅建物についての，新築年次別の現存棟数と滅失棟数の記入を依頼した。なお調査票が回収できたのは197都市であったが，資料の集計方法の違い，あるいは記入漏れなどから実際に分析の対象とした都市は，表—1に示す176都市である[注1]。また新築年次別現存棟数は年間のある一日を固定して調査されたものであるのに対して，滅失棟数は調査時点を含む年次における，年間の累計である点が異なる。

以上の資料について，全国的な規模での木造専用住宅の平均的な寿命を知るために，以下の分析では各都市別の資料を，経年別に整理しなおして合計したものを用いることとする。

4. 経年による木造専用住宅の残存と滅失の実態

調査時点において残存している各新築年次別の建物の棟数を，ここでは現存棟数とよぶことにする。図—1は経年別にみた調査対象について，以下に述べるような補正を加えて全体を合計した現存棟数の分布である。なお経年は1年未満を0年，2年未満を1年というように表示している。また図—2には滅失棟数の経年別の分布を示す。調査対象住宅の総計は7,243,419棟であった[注2]。

現存棟数の合計で同じ新築年次の建物の滅失棟数の合計を除したものが，信頼性理論でいう故障率に相当するもので，ここでは滅失率とよぶことにする。上述のように滅失棟数は年次別に集計されている一方，現存棟数は日ごと建物が滅失する可能性を含んでいるために調査の日付によって変動すると考えられる。したがって現存棟数について集計結果そのままの数値を使用した場合には，厳密には滅失率が一定しないことになる。滅失率算定の基準をそろえるため，ここでは現存棟数を調査年次の年頭の値に補正することとし，滅失棟数を年頭から調査時点の日付までの日数に応じて，日割りで調査時点の現存棟数に加えた。

また現存棟数の調査時点が年次の途中である場合，経年が1年未満すなわちその年に新築された住宅の戸数は，その年の初めから調査時点までのものであって，年間を通した完全な数値ではない。この場合には着工棟数の季節変動は考慮せずに，調査時点から年末までの日数に応じた日割り計算により，単純に資料の数値を割り増したものを年間新築棟数の推定値として使用することとした。

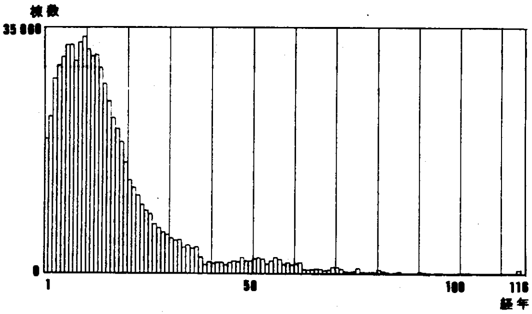
滅失棟数はある年次に滅失したものの新築年次別の集計である。数値には届け出漏れによる不足が考えられるが，対象としている年次と調査時点にやや間隔があることと，除却届けがなければ税金の負担を強いられることを考えるとその数はほとんど無視できる範囲に留まるものと思われる。

上述の補正を行い，資料から計算した滅失率と残存率の実態は表—2のとおりである。

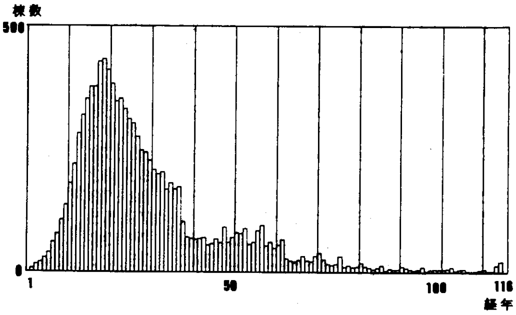
5. 滅失率と残存率の理論的考察

本研究の主な目的は，ある年次に建てられた木造専用住宅の棟数が経年とともに減少していく状況を，得られた資料に基づいてモデルとして記述し，建物の平均寿命を求めることにある。前段の分析のためには人口理論における平均余命の計算方法を適用することも考えられるが[1]，手法としてはその数学的根拠がいまひとつ明快ではない。ここでは分析方法として，統計学の工学的な応用である信頼性理論による手法のひとつを援用することが適当と思われるので，その概略を以下に述べる。

信頼性理論においては，信頼度を「アイテム（系，機器，部品など）が与えられた条件で規定の期間中，要求され



図—1　経年別の現存棟数



図—2　滅失棟数の経年別分布

表—2　滅失率と累積ハザード法による残存率

経年	現存棟数	滅失棟数	滅失率 %	R(t)%	F(t)%
1	190,775	0	0.000	100.00	0.00
2	222,711	63	0.028	99.97	0.03
3	277,578	133	0.048	99.92	0.08
4	296,278	168	0.057	99.87	0.13
5	308,284	235	0.076	99.79	0.21
6	325,233	318	0.098	99.69	0.31
7	325,620	492	0.151	99.54	0.46
8	303,592	632	0.208	99.34	0.66
9	329,290	855	0.260	99.08	0.92
10	338,005	1,098	0.325	98.76	1.24
11	320,394	1,452	0.453	98.31	1.69
12	310,400	1,766	0.569	97.75	2.25
13	312,368	2,261	0.724	97.05	2.95
14	294,218	2,554	0.868	96.21	3.79
15	271,396	2,825	1.041	95.21	4.79
16	245,620	3,017	1.228	94.05	5.95
17	221,418	3,021	1.364	92.78	7.22
18	206,526	3,422	1.657	91.25	8.75
19	187,273	3,464	1.850	89.58	10.42
20	158,245	3,292	2.080	87.73	12.27
21	133,538	3,065	2.295	85.74	14.26
22	122,567	2,779	2.267	83.82	16.18
23	111,721	2,827	2.530	81.73	18.27
24	98,485	2,660	2.701	79.55	20.45
25	90,067	2,497	2.772	77.37	22.63
26	85,263	2,422	2.841	75.21	24.79
27	71,050	2,209	3.109	72.91	27.09
28	65,334	1,992	3.049	70.72	29.28
29	59,423	1,957	3.293	68.42	31.58
30	55,847	1,827	3.271	66.22	33.78
31	50,732	1,674	3.300	64.07	35.93
32	47,672	1,605	3.367	61.95	38.05
33	48,605	1,638	3.370	59.90	40.10
34	37,197	1,354	3.640	57.76	42.24
35	40,861	1,461	3.576	55.73	44.27
36	36,098	1,359	3.765	53.67	46.33
37	37,990	1,393	3.667	51.74	48.26
38	23,487	829	3.530	49.94	50.06
39	13,002	575	4.422	47.78	52.22
40	16,772	553	3.297	46.23	53.77
41	15,153	541	3.570	44.61	55.39
42	16,474	552	3.351	43.14	56.86
43	16,665	568	3.408	41.70	58.30
44	12,492	444	3.554	40.24	59.76
45	16,130	467	2.895	39.09	60.91
46	18,585	547	2.943	37.96	62.04
47	17,315	483	2.789	36.91	63.09
48	23,539	738	3.135	35.77	64.23
49	18,650	491	2.633	34.84	65.16
50	18,662	570	3.054	33.80	66.20
51	21,553	648	3.007	32.80	67.20
52	23,019	637	2.767	31.90	68.10
53	21,231	720	3.391	30.84	69.16
54	14,389	450	3.127	29.89	70.11
55	18,683	492	2.633	29.11	70.89
56	23,357	685	2.933	28.27	71.73
57	20,794	767	3.689	27.25	72.75
58	13,205	433	3.279	26.37	73.63
59	16,038	497	3.099	25.56	74.44
60	13,085	387	2.958	24.82	75.18
61	14,877	438	2.944	24.10	75.90
62	16,428	535	3.257	23.32	76.68
63	6,776	225	3.321	22.56	77.44
64	6,105	190	3.112	21.87	78.13
65	6,507	170	2.613	21.31	78.69
66	7,369	198	2.687	20.74	79.26
67	7,486	266	3.553	20.02	79.98
68	4,988	192	3.849	19.26	80.74
69	6,022	174	2.889	18.71	81.29
70	9,702	267	2.752	18.21	81.79
71	9,938	321	3.230	17.63	82.37
72	7,261	212	2.920	17.12	82.88
73	4,003	137	3.422	16.54	83.46
74	2,936	115	3.917	15.91	84.09
75	3,983	135	3.389	15.38	84.62
76	8,491	261	3.074	14.91	85.09
77	2,392	93	3.888	14.34	85.66
78	2,525	113	4.475	13.72	86.28
79	2,727	85	3.117	13.30	86.70
80	2,808	96	3.419	12.85	87.15
81	6,482	156	2.407	12.54	87.46
82	4,139	100	2.416	12.24	87.76
83	2,448	78	3.186	11.86	88.14
84	1,340	51	3.806	11.42	88.58
85	2,041	75	3.675	11.00	89.00
86	3,365	111	3.299	10.65	89.35
87	1,120	31	2.768	10.36	89.64
88	1,464	64	4.372	9.91	90.09
89	1,418	48	3.385	9.58	90.42
90	1,425	50	3.509	9.25	90.75
91	3,204	100	3.121	8.97	91.03
92	2,064	77	3.731	8.64	91.36
93	1,638	47	2.869	8.40	91.60
94	801	35	4.370	8.04	91.96
95	1,360	49	3.603	7.75	92.25
96	2,030	92	4.532	7.41	92.59
97	644	27	4.193	7.11	92.89
98	797	48	6.023	6.69	93.31
99	893	53	5.935	6.30	93.70
100	979	47	4.801	6.01	93.99
101	1,679	53	3.157	5.82	94.18
102	1,343	61	4.542	5.56	94.44
103	2,063	87	4.217	5.33	94.67
104	540	26	4.815	5.08	94.92
105	1,079	49	4.541	4.86	95.14
106	1,425	56	3.930	4.67	95.33
107	484	20	4.132	4.48	95.52
108	467	16	3.426	4.33	95.67
109	497	19	3.823	4.17	95.83
110	724	34	4.696	3.98	96.02
111	1,480	55	3.716	3.83	96.17
112	722	21	2.909	3.72	96.28
113	671	18	2.683	3.62	96.38
114	1,470	115	7.823	3.35	96.65
115	5,609	177	3.156	3.25	96.75
116	236	17	7.203	3.02	96.98

た機能を果たすことができる確率」(JIS Z 8115, 1981) と定義し，信頼度を時間の関数として表現したものを信頼度関数と呼び，一般には $R(t)$ と表す[4]。この信頼度関数は，そのアイテム(ここでは木造専用住宅)についての，いわば寿命モデルを数学的に表現するものである。また $F(t)=1-R(t)$ を信頼度関数といい，これが微分可能な場合には，

$$f(t)=dF(t)/dt \quad \cdots\cdots (1)$$

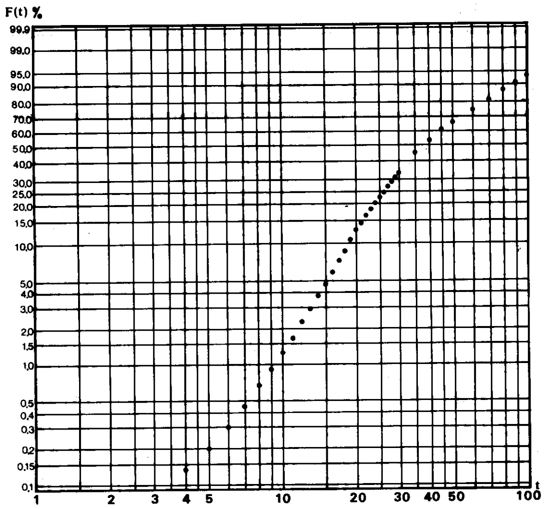
を故障時間密度関数という。

また故障率は「ある時点まで動作してきたアイテムが引き続く単位期間内に故障を起こす割合」(同) と定義されており，故障率関数は

$$\lambda(t)=f(t)/R(t) \quad \cdots\cdots (2)$$

で表される。

この関係から故障率関数と信頼度関数の間には，次のような関係が成り立つ。



図—3　ワイブル確率紙へのプロット

$$\lambda(t)=f(t)/R(t)$$
$$=(dF(t)/dt)/R(t)$$
$$=(d(1-R(t))/dt)/R(t)$$
$$=-(dR(t)/dt)/R(t)$$

これを t に関して 0 から t まで積分し，$R(0)=1$ を考慮すると

$$R(t)=\exp\left\{-\int_0^t \lambda(t)dt\right\} \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (3)$$

となる。

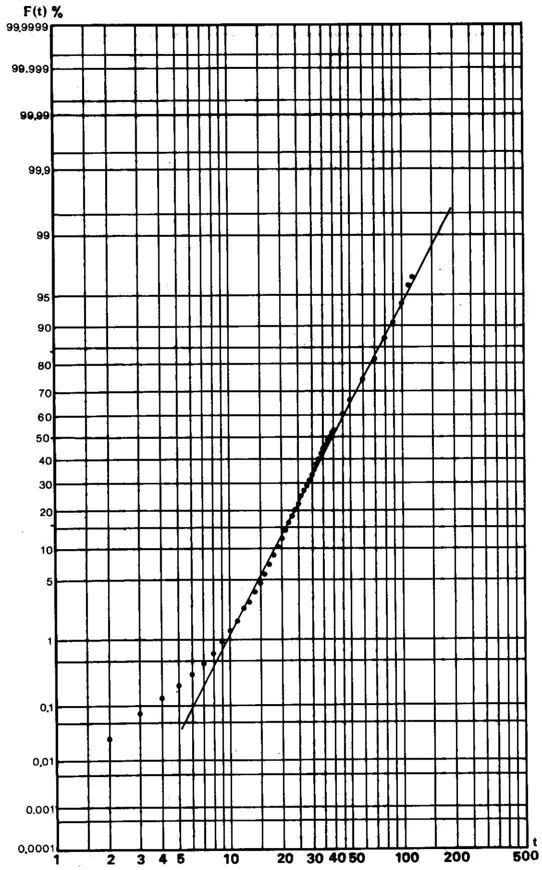
ここに表れた $\int_0^t \lambda(t)dt$ を累積ハザード関数とよび，$H(t)$ で表す[5)]。

なお建物については「故障率」という言葉は適当とは思われないので，上述のようにここでは「滅失率」と読み替えることとする。これは各経年別に滅失数を現存数で除したものとして計算できる。

またある時点における信頼度関数の値についても，適宜「残存率」と表現することがある。本研究においては，建物の滅失が「故障」に相当するとして，上記の理論を適用し資料から木造住宅の残存率（信頼度）関数の推定を行う。各新築年次別の滅失率を λ_i（$i=0,116$）とすると，累積ハザード関数は $H(t)=\sum_{i=0}^{t}\lambda_i$ で近似できるので，（3）式により木造専用住宅の残存率（信頼度）の推定値は $R(t)=\exp\left\{-\sum_{i=0}^{t}\lambda_i\right\}$ となる。これは累積ハザード法と呼ばれるもので，$R(t)$ の分布の形に影響されないノンパラメトリックな推定手法である。一部の推定方法では先に分布の形を仮定するため，資料がその仮定から外れている場合には信頼できる結果は得られない。その点累積ハザード法では，今回のような資料に基づく場合であっても，かなり信頼性の高い結果が得られると考えられる。

6. 木造専用住宅の寿命の推定

こうして得られた信頼度の数値に対してある基準を設



図—4　対数正規確率紙へのプロット

ければ，平均寿命を定義することができる。一般には，$F(t)=0.10$ となる時点まで，すなわち製品の 10 % が故障する時間（B_{10} ライフ）や，信頼度が 50 % を割った時点（メディアン）などで定義する場合が多いようである。また人口理論でいう平均余命とは，本来ある時点で同時出生した一群の人間（コーホート：10 万人を単位とすることが多い）において，最後の一人が死ぬまでの間の各人の寿命の平均値として定義されるものである[8)]。信頼性理論の用語を借りていい換えると，信頼度関数をある年齢 t から，信頼度（残存率）が 10 万分の 1 未満になる時点まで積分した値をもって平均寿命と定義していることになる。人口調査でも，現実には実在のコーホートを調査することは不可能であり，そのために各年齢における死亡率を人口動態統計より求めてコーホート集団における各年齢段階の死亡率の推定値としている。人口理論の考え方は，基本的には累積ハザード法と同じと思われるが，既報のように[1)]，生命表の作成にあたっては，得られた死亡率の推定値から 1 の補数として生存率を求め，それを年代順に掛け合わせてコーホートの各年代の生存率を求める方法が一般的である。これは $\lambda \ll 1$ の場合，$\exp[-\lambda] \fallingdotseq 1-\lambda$ であることから，先

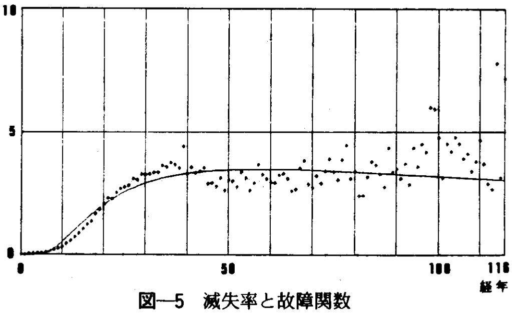
表—3 残存率とその累積値の比較

経年	A 累積ハザード法	B Aの累積値	C (4)式による値	D Cの累積値	E B－D
0	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.0000
5	0.9969	5.9925	0.9990	5.9985	-0.0060
10	0.9831	10.9427	0.9814	10.9524	-0.0097
15	0.9405	15.7455	0.9291	15.7168	0.0286
20	0.8574	20.2163	0.8469	20.1248	0.0915
25	0.7521	24.1931	0.7496	24.0705	0.1226
30	0.6407	27.6165	0.6498	27.5181	0.0984
35	0.5367	30.5066	0.5555	30.4810	0.0256
40	0.4461	32.9097	0.4707	32.9998	-0.0902
45	0.3796	34.9309	0.3966	35.1265	-0.1956
50	0.3280	36.6722	0.3331	36.9148	-0.2426
55	0.2827	38.1722	0.2794	38.4153	-0.2431
60	0.2410	39.4531	0.2342	39.6736	-0.2205
65	0.2074	40.5512	0.1965	40.7289	-0.1777
70	0.1763	41.4895	0.1651	41.6149	-0.1254
75	0.1491	42.2881	0.1389	42.3597	-0.0716
80	0.1254	42.9556	0.1171	42.9870	-0.0314
85	0.1065	43.5273	0.0989	43.5164	0.0109
90	0.0897	44.0081	0.0837	43.9641	0.0440
95	0.0741	44.4105	0.0710	44.3436	0.0669
100	0.0582	44.7298	0.0604	44.6660	0.0639
105	0.0467	44.9849	0.0515	44.9405	0.0444
110	0.0383	45.1928	0.0440	45.1748	0.0180
115	0.0302	45.3624	0.0376	45.3753	-0.0128
116	0.0302	45.3926	0.0365	45.4118	-0.0191

に用いた累積ハザード法による信頼度推定の簡略化とも考えられる。本研究においてもこの人口理論の平均余命の定義にならうこととし，木造専用住宅の平均寿命を計算する。

本研究において利用した固定資産台帳には，明治以前の建物についてはすべて一括して記載されているのが通例である。本調査の分析資料は昭和58年以前の段階のものであるので，経年数が116年以上のものについては，残存率を推定するための明確な資料は得られない。しかしながら上述の方法による寿命の計算には，さらに残存率が10万分の1以下になる時点までの推定値が必要になる。そのため残存率関数の分布形を推定し，それによって残存率の推定を行うこととする[6),7)]。

信頼度関数の分布形を推定する場合，ワイブル分布へのあてはめを考慮することが一般的であることから，まずワイブル確率紙に木造専用住宅の累積滅失率（1から残存率を引いたもの）をプロットした結果を図—3に示す。プロットした点が直線上にならべば，残存率関数がワイブル分布に従うとして各パラメータが推定される訳であるが，この場合は左下がりの形となり，位置パラメータを考慮して打点位置を左右に動かしたとしても，直線上にはのりにくい形であることがわかる。一般にこうし



図—5 滅失率と故障関数

た状況では，故障時間密度関数が対数正規確率分布にしたがう場合が多いとされることから，図—4に示すように累積滅失率と経年の関係を対数正規確率紙にプロットしたところ，10年目以降の部分はほぼ直線になっていることがみて取れた。そこでこの部分に関しては，時間を軸とした滅失率の確率密度関数（故障時間密度関数）が対数正規確率分布にしたがうものと判断した。

対数正規確率分布は，正規確率分布の確率変数xを対数に置き換えたものである。その一般式は次のように表される。

$$f(t)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}\cdot\sigma\cdot t}\cdot\exp\left(-\frac{(\ln t-\mu)^2}{2\cdot\sigma^2}\right)$$

表—4　残存率と平均余命

経年	残存率	平均余命	経年	残存率	平均余命	経年	残存率	平均余命
0	1.00000	47.71	120	0.03331	37.00	340	0.00020	56.89
5	0.99963	42.73	130	0.02468	38.11	350	0.00017	57.13
10	0.98744	38.21	140	0.01845	39.22	360	0.00014	57.23
15	0.94236	34.88	150	0.01390	40.33	370	0.00012	57.16
20	0.86504	32.72	160	0.01056	41.43	380	0.00010	56.91
25	0.76957	31.40	170	0.00808	42.53	390	0.00008	56.44
30	0.66949	30.64	180	0.00623	43.61	400	0.00007	55.73
35	0.57370	30.26	190	0.00483	44.69	410	0.00006	54.74
40	0.48679	30.14	200	0.00377	45.75	420	0.00005	53.42
45	0.41052	30.19	210	0.00296	46.79	430	0.00004	51.74
50	0.34497	30.37	220	0.00234	47.81	440	0.00004	49.64
55	0.28938	30.64	230	0.00186	48.81	450	0.00003	47.06
60	0.24264	30.98	240	0.00149	49.79	460	0.00003	43.95
65	0.20353	31.37	250	0.00119	50.74	470	0.00002	40.24
70	0.17091	31.80	260	0.00096	51.65	480	0.00002	35.83
75	0.14374	32.26	270	0.00078	52.52	490	0.00002	30.65
80	0.12110	32.74	280	0.00063	53.35	500	0.00001	24.59
85	0.10224	33.24	290	0.00052	54.12	510	0.00001	17.55
90	0.08651	33.76	300	0.00042	54.84	520	0.00001	9.40
95	0.07336	34.28	310	0.00035	55.49	529	0.00001	1.00
100	0.06235	34.81	320	0.00029	56.05			
110	0.04536	35.90	330	0.00024	56.52			

分布の 50 % 点，15.9 % 点，84.1 % 点を各々 t_{50}，t_{15}，t_{84} と表すと，

$$\mu=\ln t_{50}$$

$$\sigma=\ln t_{50}-\ln t_{15}=\ln t_{84}-\ln t_{50}$$

となる。ここで μ，σ はそれぞれ位置パラメータ，尺度パラメータとよばれる。μ，σ の推定値 $\hat{\mu}$，$\hat{\sigma}$ は t_{50} と t_{15} または t_{84} をグラフから推定すれば上述の関係から求められる。図—4 から読み取った t_{50}，t_{15}，t_{84} の値は次のとおりである。

$$t_{50}=39.2 \qquad t_{15}=21.3 \qquad t_{84}=72$$

したがって $\hat{\mu}=3.67$，$\hat{\sigma}=0.610$ と推定される。

(1) 式より，$1-R(t)=\int f(t)dt$ であるから，

$$R(t)=1-\frac{1}{\sqrt{2\pi}\cdot\hat{\sigma}}\cdot\int_0^t \frac{1}{x}\cdot\exp\left[-\frac{(\ln x-\hat{\mu})^2}{2\cdot\hat{\sigma}^2}\right]dx \qquad \cdots\cdots(4)$$

となる。資料から得られた年次別の残存率と累積値，また上式から t を 0.1 きざみとする台形法により計算した残存率と累積値，および両者の累積値の差を表—3 に示すが，かなりよく一致していることがわかる。また故障（滅失）率関数 $\lambda(t)$ も（ 4 ）式より容易に導くことができ，その値を台形法により計算して資料による滅失率の上にプロットしたものが図—5 である。

なおこのように故障（滅失）時間密度関数が対数正規確率にしたがう例は，信頼性理論におけるひとつのモデルとして知られており，例えば電子部品であるコンデンサーの信頼性がこの分布に従うといわれている。

またこの場合，得られた資料では初期の累積滅失率が高くなる結果となっているが，その理由としては

① 新しい建物の場合は未届けのものがあるため，現在棟数にかなりの誤差がある。

② 特に竣工後 1 年未満のものについては推定による誤差がある。

③ もともと短期の使用を前提とする建物がある。

などが考えられるが，①と②については滅失率のオーダーを一桁以上下げるほどの誤差があるとは考えにくい。本来ならば③のような性格の建物は，滅失理由を調査した上で一般の建物とは区別して考えるべきであるが，今回の調査の性格からそこまでの区別は不可能である。

以上のような推定により求めた木造専用住宅の寿命を，いわゆる生命表の形で表—4 に示す。経年 0 年のものの平均余命の約 48 年という値は，一般に木造住宅の耐用年数として考えられている約 30 年よりはかなり長くなっている。後者の値がメンテナンスの程度や増築・改装などをどの程度勘案したものであるかは定かではないが，今回の結果については実際に滅失した建物の資料に基づいたものであるため，常識的なメンテナンスや小規模な増築・改装などを途中に含んだ結果であると考えてよいと思われる。なお，ここでいう「木造住宅の寿命」とは，以上の推定方法により理論的に計算される値であって，ちょうどある年に生まれた新生児の実現寿命の平均が，その年の人口動態統計による 0 歳児の平均余命とは必ずしも一致しないのと同様に，現時点で新築される住宅が個々に何年の耐用年数を有するかという議論ではないことをことわっておく。また今回は建物集団を大きくして統計的に信頼性の高い結果を得る目的で，全国的な規模での集計を行ったが，今後さらに都市別に資料を分析した結果に基づき，地域差などについても検討を

加える予定である。

7. 結　語

固定資産台帳に記載された各新築年次別の現存棟数および滅失棟数の資料から，経年による木造専用住宅の残存と滅失の実態を明らかにし，さらに累積ハザード法により木造専用住宅の経年別残存率の推定を行った。また，この数値から木造専用住宅の残存率関数の形は，信頼性工学でいう故障時間密度関数，すなわち滅失確率の時間的分布が対数正規分布にしたがう場合になるものと推定された。その結果を用いて平均余命の形で寿命を推定したところ，表—4 に示すような経年別の平均余命および残存率の結果を得た。これらの結果は，建物の設計における合理的な耐用年数や耐用計画の立案に直接利用が可能であると考えられるほか，社会的にも木造専用住宅の耐用年数の標準値としての意味を持つものと思われる。

なお本研究の資料は，日本建築学会建築経済委員会固定資産評価部会における活動の一環として得たものである。最後に資料提供に御協力いただいた自治省および各地方自治体の関係各位に対し，深く感謝の意を表したい。

注

1）1）の文献で除外した都市の数を 17 都市から 21 都市に訂正する。

2）1）の文献で報告した調査対象棟数を 7 064 284 に訂正する。

参考文献

1）加藤裕久・小松幸夫：木造建物の寿命の推定に関する研究（その 2，その 3），日本建築学会大会学術講演梗概集，昭和 59 年

2）伊藤鄭爾：家屋耐用年限の理論的考察，第 2 回学術講演会梗概集，日本建築学会，昭和 23 年

3）谷　重雄：平均余命としての家屋耐用年限，日本建築学会研究報告 22，昭和 28 年

4）川崎義人：信頼性・保全性総論，日科技連，(1984)

5）三根　久・河合　一：信頼性・保全性の基礎数理，日科技連，(1984)

6）市田　嵩・鈴木和幸：信頼性の分布と統計，日科技連，(1983)

7）塩見　弘ほか：信頼性における確率紙の使い方，日科技連，(1983)

8）舘　稔：人口分析の方法，古今書院，昭和 38 年

SYNOPSIS

UDC : 69. 059. 4 : 333. 322. 6

A STATISTICAL STUDY ON LIFE TIME OF JAPANESE WOODEN HOUSES

by **YASUHISA KATO**, Associate Prof. of Oyama National College of Technology. Dr. **YUKIO KOMATSU**, Associate Prof. of Niigata Univ. Members of A. I. J.

This study is to estimate statisticaly the life time of Japanese wooden houses used exclusively for residence. Data sources are the ledgers prepared for the fixed property taxes, from which the numbers of remaining houses and demolished ones were took out in order of newly built year. Total of remaining houses are over 7 million.

Using terms of reliability theory, the "probability density function of failure" is supposed to follow a logarithmic normal distribution from graphic analysis, and by the reliability function presumed, the life expectancy of Japanese wooden houses are estimated at some 48 years.