

都市計画基礎調査データを用いた 住宅特性別生存時間分析

浅田 拓海¹・田中 優太²・Woramol Chaowarat³・有村 幹治⁴

¹正会員 室蘭工業大学 大学院工学研究科 暮らし環境系領域 (〒050-8585 室蘭市水元町27-1)

E-mail:asada@mmm.muroran-it.ac.jp

²学生会員 室蘭工業大学 大学院工学研究科 環境創生工学系専攻 (〒050-8585 室蘭市水元町27-1)

E-mail:15041042@mmm.muroran-it.ac.jp

³非会員 室蘭工業大学 大学院工学研究科 環境創生工学系専攻 (〒050-8585 室蘭市水元町27-1)

E-mail: chaowarat@mmm.muroran-it.ac.jp

⁴正会員 室蘭工業大学 大学院工学研究科 暮らし環境系領域 (〒050-8585 室蘭市水元町27-1)

E-mail:arimura@mmm.muroran-it.ac.jp

本研究では、平成17年から平成25年までの都市計画基礎調査データを用いて、札幌市の近年の住宅立地動向を把握しつつ、生存時間分析により住宅寿命の要因について検討した。市全体の住宅立地動向としては、出現棟数の増加、除却棟数の減少が見られ、住宅増減の空間分布から、都心側では減少する一方、外縁部では住宅の出現が活発であることが分かった。次に、全調査年度のデータを統合して生存時間分析を行った結果、生存関数は行政区によって大きく異なり、特に、中央区や南区では住宅寿命が極めて長いことが分かった。さらに、各種建物特性量を説明変数として比例ハザードモデルを適用したところ、非木造よりも木造の方が、また実建ぺい率が高いほど、住宅寿命が長くなり、地上階数が増加するほど短くなることが分かった。

Key Words : Compact City, Survival Analysis, Basic Survey of City Planning, Space Analysis

1. はじめに

我が国では、少子高齢化が他の先進国と比べて急激な速度で進行しており、深刻な問題として指摘されている。人口については、2005年に、1899年に統計を取り始めて以来初めての自然減となり、2006年に再び増加したが2007年には再度減少に転じ、それ以降の年間自然増加数は減少し続けている¹⁾。高齢化問題は医療・福祉をはじめ、雇用や居住、ビジネス環境など、地域経済や社会情勢に大きな影響を与えることが指摘されている。

一方で、各都市における市街地のスプロール化及びリバース・スプロール²³⁾、家屋の高齢化や空き家の増加⁴⁾への対策など、人口減少下における将来の都市構造のあり方について、様々な分野を横断して議論がなされている。「コンパクトシティ」の概念は、近年、広く知られるようになり、都市計画マスタープランをはじめ、各種メディアの中でも「コンパクトシティ」というキーワードが頻繁に見られるようになった。しかしながら、コンパクトシティに向けたイメージや方向性が定まらず、また、当該都市の実情に応じた有効な方法論も示されていないことから、具体的な施策に踏み込めずにいるケースもあるのが現状となっている。

このような状況を抜け出すためには、まず第一に、議論の出発点として、都市の現況・将来の都市像を定量的に分析、可視化することによって、情報を集約、共有し、具体的な施策につなげることが必要となろう。

都市の現況を定量的に分析した研究は、これまで多くのアプローチからなされている。例えば、奥村⁵⁾、土屋・室町⁶⁾、有賀ら⁷⁾の研究では、「国勢調査地域メッシュ統計(総務省統計局)」を利用して将来人口推計を行い、メッシュ統計の有用性を示している。住宅立地のモデル化や将来予測に関しては、例えば、林ら⁸⁾、瀬谷ら⁹⁾、市川ら¹⁰⁾など、古くから多くの研究成果が蓄積されている。また、建物個々の時系列的な立地履歴データを分析した事例として、小松らの一連の研究が知られている。この中では、生存時間分析により住宅平均寿命を求め、建築構造、地域特性との関係性を明らかにしている¹¹⁾¹²⁾。

一方、都市計画に関する基礎調査である都市計画基礎調査は、近年、データのデジタル化が進展しており、建物種別の建築年や構造等の情報が、建物の位置情報とあわせて収録されている。この都市計画基礎調査データのようなマイクロデータは、都市における都市構造の分析や将来予測に有効なものとして注目されているものの、その利活用は始まったばかりであり、既往

研究による方法論の適用や、新たな分析手法の開発などは初動期の段階にある。

「都市計画基礎調査」データを用いた地方都市の居住地将来像について検討した事例としては、著者らの一連の研究がある。帯広都市圏を対象とした研究では、コーホート要因法により、将来居住者数の推計を行い、その空間分布から土地利用の方向性について考察を行った¹³⁾。また、札幌市を対象とした研究では、住宅自身とその周辺の立地情報からサポートベクターマシンによって住宅の「出現」と「消失(除却)」を判定する手法を開発した。さらに、それを住宅個々に適用することで、対象都市における居住地の将来推計を行っている¹⁴⁾。しかしながら、このような将来予測を進める一方で、経時的な都市計画基礎調査データ(パネルデータ)が揃っていなかったこともあり、過去の立地動向、さらには、住宅の立地履歴や老朽化要因などに関する分析がなされていなかった。

そこで、本研究では、平成 17 年度から 25 年度までの都市計画基礎調査データを用いて、年度間比較による住宅の立地パターン判定を行い、その結果から、札幌市における近年の住宅立地動向を把握するとともに、生存時間分析による住宅寿命の要因について明らかにする。

2. 対象都市における住宅立地動向

(1) 都市計画基礎調査データの概要

本研究では、札幌市の都市計画基礎調査データのうち、建物に関するデータを用いる。データの対象年度は、H17, H19, H21, H23, H25 年度の 5 年度分である。当データは、市街化区域を対象としており、建物ポイントデータ、敷地ポリゴンデータ、ゾーンポリゴンデータで構成されている。建物ポイントデータには、建物固有の ID (以下、建物 ID)、建築用途分類、建築構造、上下階数、建物高さ、実容積率、実建ぺい率、建築年度、隣接道路幅員などが位置情報とあわせて収録されている。

上記のデータから住宅(専用住宅および共同住宅)の立地パターンを抽出するために、建物 ID の年度間比較により住宅の「出現」「除却」「残存」の判定を行った。具体的には、ある年度に建物 ID が無く、次年度に有る場合を「出現」とし、建物 ID が有り、次年度に無くなる場合を「除却」、そのまま残る場合を「残存」とした。

(2) 対象都市における住宅立地の推移

上記の方法で判定した「出現」「除却」「残存」の住宅棟数を行政区毎に集計した(図-1)。出現棟数に関しては、全体の傾向として、H21 には一度減少し、その後

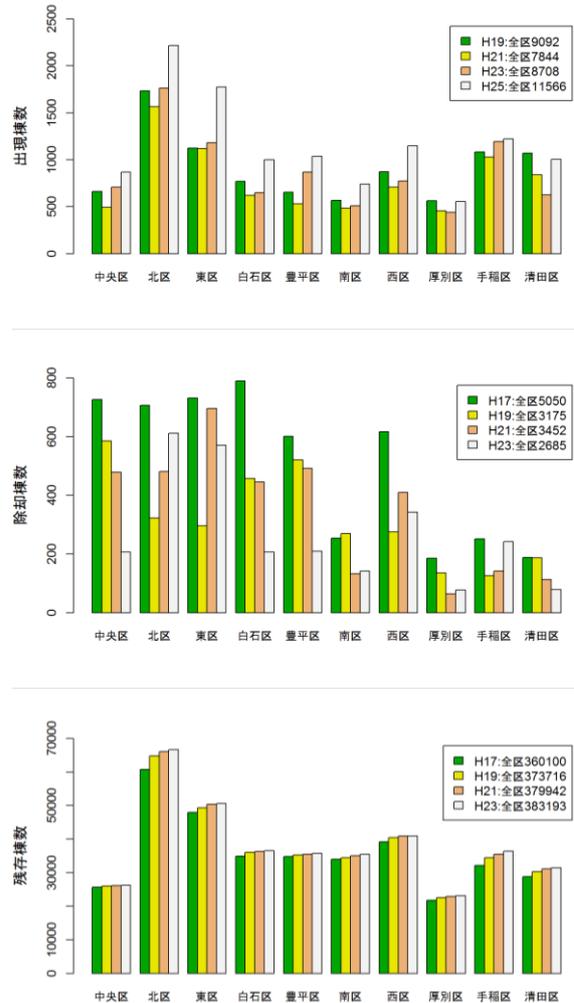


図-1 出現棟数, 除却棟数, 残存棟数の推移

は増加に転じている。特に、H25 においては、北区、東区、西区などでは増加が著しいことが分かる。除却棟数については、出現棟数とは逆に全体としては減少傾向にあるが、北区、東区などでは大きな増加が見られる。以上のように、出現棟数および除却棟数は年度毎、行政区毎にばらつくが、残存棟数を見ると、全行政区において単調増加を示している。

次に、H17 から H25 のデータを統合し、8 年間における住宅の出現棟数、除却棟数を求め、その差(出現棟数 - 除却棟数)を住宅増減数としてゾーン毎に集計した。対象都市における住宅増減数の分布を図-2 に示す。なお、同図では、H23 におけるゾーン別人ロデータ(国勢調査データに基づく)を用いて人口で基準化した結果を示してある。都心側では、住宅が減少するゾーンがほとんどであるのに対し、手稲区、北区、清田区などを含む外縁部では住宅が増加するゾーンの分布が顕著である。このような外縁部での顕著な住宅出現は、上述した全区としての残存棟数の増加を底上げし、居住地の「若返り」

を発生させている。ただし、その一方で、中央区や東区などを含む都心側では出現は少なく、外縁部のスプロール化、若返り化とは逆に広域的な老朽化が進んでいる。以上のことから、札幌市では、H19からH25にかけての近年において、上記のような居住地の2極化が進んできたと言える。

3. 生存時間分析による住宅除却の要因分析

住宅の立地動向を明らかにするアプローチの一つとして、建物の除却年数、人間に例えれば「寿命」や「生存時間」などのようなイベント時間データに生存時間分析が採用される場合がある。例えば、建築分野では、固定資産台帳データから得た残存・除却棟数に生存時間分析を適用し、信頼工学的な観点から建築構造別の住宅寿命を明らかにした小松らの一連の研究がある¹¹⁾¹²⁾。本研究で用いる都市計画基礎調査データは、2年おきに更新され、対象地域における建物をほぼ全て網羅したパネルデータである。さらに、建築構造に加えて、建物の位置情報や延床面積や駐車面積などの様々なデータが収録されていることから、より詳細な生存時間分析が可能と考えられる。そこで、前章で用いた除却・残存の判定データに生存時間分析を適用して、対象都市における住宅寿命に影響する要因分析を試みた。

(1) 除却・残存住宅の築年数分布

まず、除却住宅（次年度に除却される住宅）および残存住宅（次年度にも残る住宅）の築年数の分布について把握した（図-3）。

残存住宅については、各年度で分布形状に変化はほとんどないが、築年数がおおよそ35年から50年にかけての勾配が急（1965年から1980年にかけて住宅が急激に増加）であり、古い住宅の割合が急激に増加していることがわかる。例えば、築年数40年に着目すると、H19では1%程度であるが、H25には3%にまで倍増している。

除却住宅については、全年度において築年数40年前後をピークとした正規分布となっていることが確認できる。分布形状としては、年度で大きな違いは無いが、ピーク年齢は、現在にかけて、大きい側に徐々にシフトしている。上述のように、古い住宅の急激な増加を背景に、それらの除却の必要性によりこのような傾向が現れたものと推測される。いずれにせよ、古い住宅の除却割合が増加しているとはいえ、札幌市全体として、住宅の老朽化が急ピッチで進行していると言える。

なお、除却住宅において、築年数5年周辺に分布するデータは、建築IDで判定ができなかったものであり、データを確認したところ、そのほとんどがエラーデータ

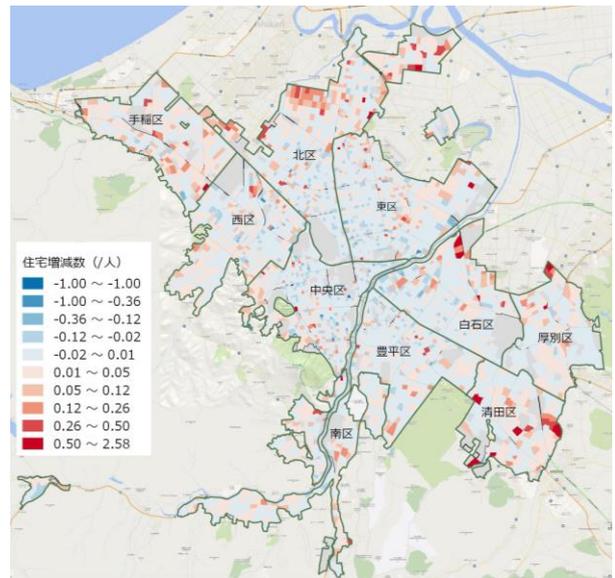


図-2 ゾーン別住宅増減数（人口当たり）

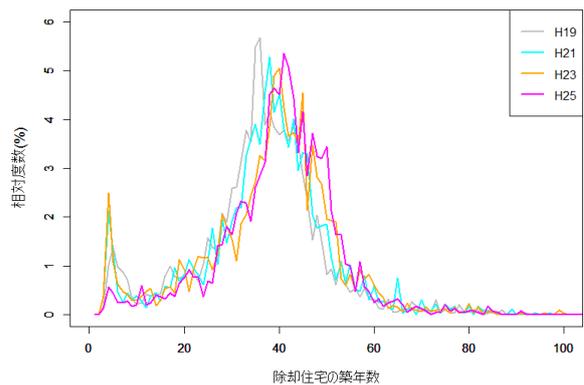
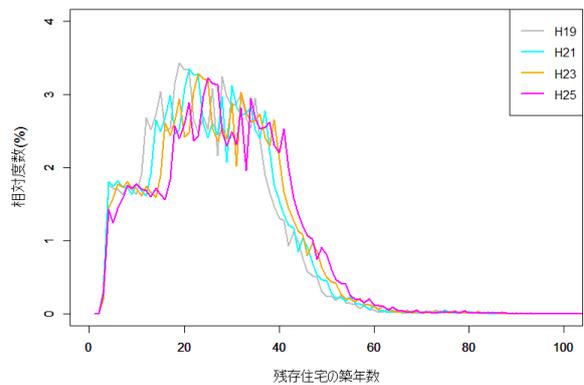


図-3 残存住宅および除却住宅の築年数（全行政区）

であった。エラーではないものが含まれる可能性があるが、分布形状を見ると築年数がおおよそ10年で0%に漸近すること、このようなエラーが築年数5年前後でのみ見られたことから、築年数10年未満のデータは全てエラーデータとして以下の分析から除外することとした。

(2) 生存関数の地域比較

前章では、行政区毎に除却や残存棟数に差異が見られたが、それらの築年数分布から各地域の住宅寿命について説明することは難しい。そこで、時系列を考慮しながら住宅寿命について定量的に評価するため、生存時間分析により住宅の生存関数を求め、行政区で比較を行った。生存時間分析とは、観察期間においてイベントの発生（住宅では除却）が確認できない「打ち切り」ケース（住宅では残存）を考慮しながら、イベントが起きるまでの時間とイベントとの関係を明らかにする手法である。一般的には、生存関数やハザード関数（ハザード比）といった形で表され、それらを対象の特性や属性毎に比較し、寿命に影響する要因を定量的に評価する場合が多い。

本研究で用いた都市計画基礎調査データでは、建物IDを基に個々の住宅を経年で追うことができる。そこで、生存時間分析の前処理として、5年度分のデータを統合し、個々の住宅の立地状況を整理した。図-4に示すように、H17からH25までの8年間に於いて、全住宅の立地パターンを4つのパターンで表すことができる。これを、築年数軸に置き換えると、観察期間に生じた「除却イベント」と、それが発生しない「打ち切り（残存）」に分けることができる。上記の方法で作成したH17からH25における除却住宅および残存住宅の築年数の分布を図-5に示す。分布形状は、年度毎の場合とほぼ同じであり、除却住宅については、正規分布を示している。

以上のデータを用いて生存関数を求める。生存関数の算出には、ノンパラメトリックの推定法として最もよく使われるカプラン・マイヤー法を採用した。生存関数 $S(t)$ は次の式(1)で定義される。

$$S(t) = \prod_{t_i < t} (1 - \frac{d_i}{r_i}) \quad (1)$$

$S(t)$: 築年数 t における生存確率

d_i : 築年数 t_i の除却数

r_i : 築年数 t_i の直前までの除却が発生する可能性のある住宅数（残存数）

行政区別に求めた生存関数を図-6に示す。生存確率は、築年数がおおよそ30年からしだいに低下し、区毎に低下傾向が異なることがわかる。中央区は、低下がなだらかであり、例えば、築年数が60年となる住宅は80%の確率で生存（残存）すると推定される。その一方で、清田区や厚別区では、急激に生存確率が低下し、同じ60年でもその生存確率は、40%にまで低下することがわかる。これらを定量的に比較するために、生存時間中央値を求めた（表-1）。この値は、生存確率が50%と

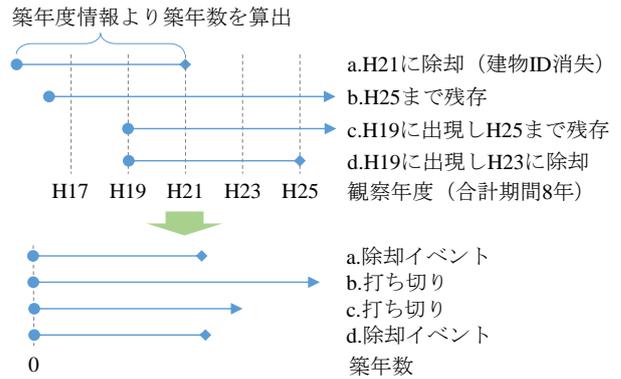


図-4 生存時間分析に用いるデータの概要

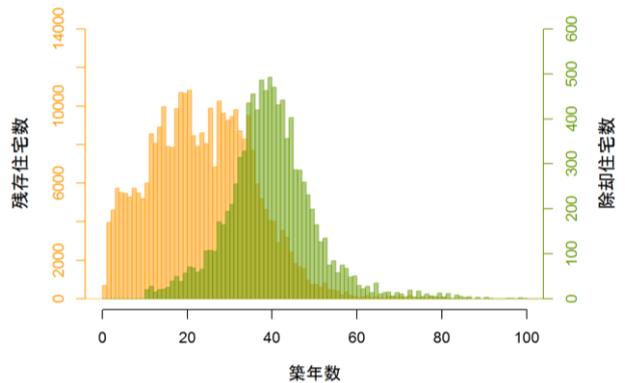


図-5 観察期間における残存・除却住宅の築年数分布

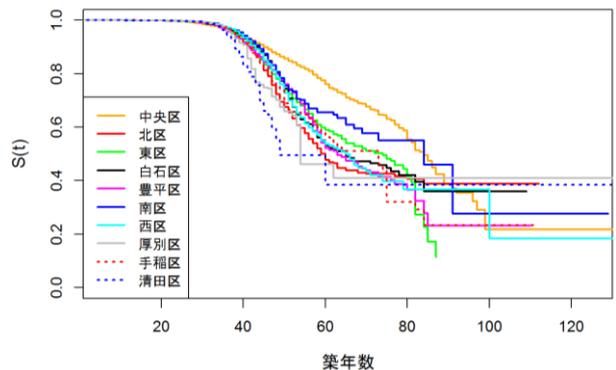


図-6 行政区毎の生存関数

表-1 区毎の生存時間中央値

行政区	全住宅数	除却住宅数	生存時間中央値
中央区	23,077	1,318	84
北区	60,897	1,673	60
東区	46,319	1,691	75
白石区	33,288	1,342	66
豊平区	34,752	1,419	63
南区	33,955	628	84
西区	38,388	1,195	65
厚別区	21,371	299	54
手稲区	32,404	470	73
清田区	25,412	403	50

なる時の築年数を表す。生存時間中央値は、中央区と南区では 84 年となり、他の区よりも著しく大きい。それ以外の区では、60~70 年が多いが、清田区や厚別区では約 50 年となり、中央区や南区のおよそ 3 分の 2 割程度の寿命であることが示された。

(3) ハザード比による住宅寿命の要因分析

都市計画基礎調査データでは、表-2 に示すような様々な建物特性値が収録されている。そこで、これらを説明変数として、Cox の比例ハザードモデル¹⁹⁾を適用し、各説明変数のハザード比 (exp(coef)) を求めた。その結果、表-2 に示すように、構造、延床面積、建築面積、実容積率、実建ぺい率、地上階数、隣接道路幅員が危険率 1%で有意となった。ただし、このモデルでは、ハザード比が時間によらず一定であることを前提としているため、その比例性の検定を行ったところ、上記の内、比例性が認められるものは、構造、実建ぺい率、地上階数となった。構造に関しては、木造を 1、非木造を 2 としており、ハザード比が 1.7 であることから、非木造住宅は、木造住宅よりも除却の発生確率が 1.7 倍高くなることが示されている。また、実建ぺい率では、1 単位増加とともに除却の発生確率は 0.98 倍となり、低下する。地上階数が 1 増加するにつれ、除却の発生確率が 1.06 倍となり、増加する。

上記の結果を生存関数として表し、各建物特性値の効果を確認した。なお、実建ぺい率は連続量のため 10%間隔で区分して生存関数を描画した。構造別の生存関数を図-7 に示す。木造住宅は、非木造住宅よりも生存時間が長く、大きな差が生じていることが確認できる。このような結果は、小松らの研究でも示されている¹¹⁾ことから、妥当な結果と言える。耐用年数で考えると、木造住宅は、非木造住宅 (RC 構造住宅) に比べて短く、おおよそ 20 年程度であり、不燃化の推進もあって全国的に減少傾向にある。しかしながら、表-2 および図-7 に示したように、生存時間が著しく長い (生存時間中央値は 77 年) という結果は、耐用年数を超えて古く劣化した状態でも使われ続けている、もしくは「空き家」として残されている可能性を示唆している。次に、実建ぺい率で比較した生存関数を図-8 に示す。実建ぺい率が大きくなるほど、生存確率が大きい側にシフトし、寿命が長くなる傾向を示している。また、図-9 に示すように、地上階数については、3 階までは生存関数の低下がなだらかであるのに対し、4 階以上になると急激に低下することがわかる。以上のことから低層の戸建て住宅 (専用住宅) などで、建ぺい率が高いほど、住宅寿命が長くなると推測される。今後は、このような専用住宅、共同住宅の区別に加え、他の立地特性も踏まえて詳細な分析を行い、住宅寿命の要因解明につなげていきたい。

表-2 各説明変数のハザード比

説明変数	coef	exp(coef)	lower.95	upper.95	p	比例性の検定p
構造 (木造1・非木造2)	0.530	1.699	1.595	1.809	0.000	0.014
延床面積 m ²	-0.001	1.000	0.999	1.000	0.000	0.000
建築面積 m ²	0.002	1.002	1.001	1.002	0.000	0.000
実容積率 %	0.004	1.004	1.004	1.005	0.000	0.001
実建ぺい率 %	-0.022	0.979	0.977	0.980	0.000	0.979
地上階数	0.059	1.060	1.029	1.093	0.000	0.663
駐車面積 m ²	0.000	1.000	1.000	1.001	0.345	0.048
隣接道路幅員 m	0.036	1.037	1.029	1.044	0.000	0.000

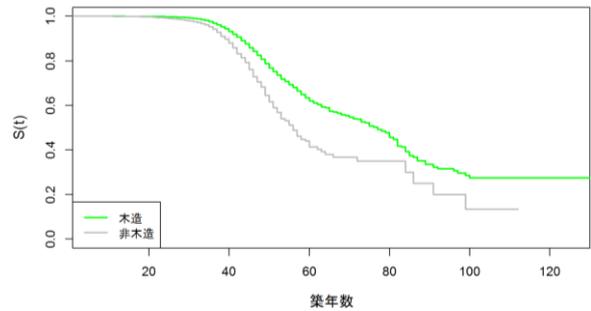


図-7 構造と生存関数の関係

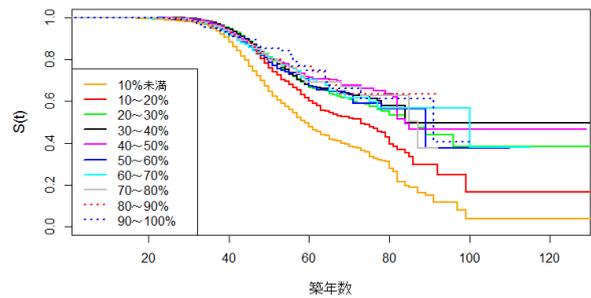


図-8 実建ぺい率と生存関数の関係

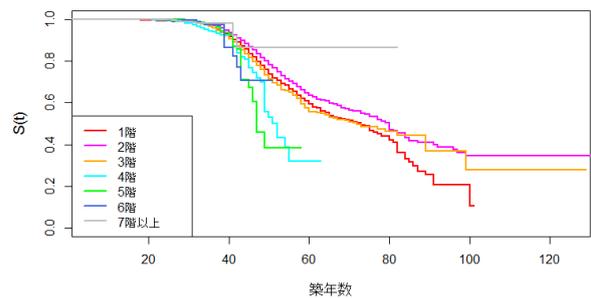


図-9 地上階数と生存関数の関係

4. 結論

本研究では、都市計画基礎調査データを用いて、札幌市の近年における住宅立地動向を把握しつつ、生存時間分析によって住宅寿命に影響する要因について検討した。

得られた結論を以下に示す。

- ・平成 17 年度から 25 年度までの都市計画基礎調査データを用いて、建物 ID の年度間比較により、住宅の「出現」「除却」「残存」の 3 つの立地パターンを判定した。そのデータを用いて、札幌市における近年の住宅立地動向を求めた結果、都心側では、住宅が減少するゾーンがほとんどであるのに対し、手稲区、北区、清田区などを含む外縁部では住宅が増加するゾーンが顕著であることが分かった。
- ・全調査年度の立地パターンデータを統合して、生存時間分析を行った。まず、行政区毎に生存関数を求めたところ、中央区と南区は他の区に比べ平均寿命（生存時間中央値）が著しく長く、逆に、清田区と厚別区は短いことが分かった。
- ・次に、住宅個々の建物特性値を説明変数として、Cox の比例ハザードモデルを適用し、各変数のハザード比を求めた。その結果、建築構造が非木造よりも木造の方が、また、実建ぺい率が大きいほど、寿命が長くなり、地上階数が高いほど短くなることを明らかにした。

本研究では、建物自身の情報のみを用いて、生存時間分析を行ったが、今後は、周辺住宅の状況、交通量、人口などを因子に加えた分析を行う予定である。さらに、その上で、表-2 に示したような比例ハザードモデルにより、住宅寿命の要因を解明するとともに、モデルを住宅個々に適用して、対象地域における住宅寿命の空間的な分布を明らかにしたい。

参考文献

- 1) 厚生労働省：平成 26 年人口動態統計の年間推計，<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/suikei14/dl/honbun.pdf>，2015.7 閲覧
- 2) 谷口守：リバーズ・スプロールを考える：人口減少期を迎えたスプロール市街地が抱える課題，都市住宅学，61 号，pp.28-33，2008.
- 3) 植村哲士，宇都正哲，水石仁，榊原涉，安田純子：人口減少時代の住宅・土地利用・社会資本管理の問題とその解決に向けて（上）（中）（下），知的資産創造，8月号・9月号・10月号，pp.6-23，pp.62-75，pp.60-77. 2009.
- 4) 福田健志：空き家問題の現状と対策，国立国会図書館，調査と情報-ISSUE BRIEF-，No.791，2013.
- 5) 奥村誠：国勢調査メッシュデータに基づく地区の将来人口構成予測手法，都市計画論文集，Vol.40，No.3，pp.193-198，2005.10
- 6) 土屋貴佳，室町泰徳：メッシュ単位の将来人口推計モデルの構築に関する研究，第 32 回土木計画学研究発表会・講演集，CD-ROM，2005.
- 7) 有賀敏典，松橋啓介，米澤健一：自然増減と社会増減を明示的に考慮した地域内人口分布の変化-1980年から2005年までの全国国勢調査・基準地域メッシュデータを用いて-，都市計画論文集，Vol.46，No.3，pp.847-852，2011.
- 8) 林良嗣，富田安夫：住宅立地の動的予測方法に関する研究，土木計画学研究・講演集，No.9，pp.115-122，1986.
- 9) 瀬谷創，山形与志樹，中道久美子，堤盛人：CUE 型住宅立地モデルを用いた広域都市圏における水害脆弱性評価，土木計画学研究・講演集，Vol.44，CD-ROM，2011.
- 10) 市川航也，鈴木温，John Abraham：Bid-offer 価格に着目した住宅市場シミュレーションモデルの構築，土木計画学研究・講演集，Vol.47，CD-ROM，2013
- 11) 小松幸夫：1997 年と 2005 年における家屋の寿命推計，日本建築学会計画系論文集，第 73 巻，第 632 号，pp.2197-2205，2008.
- 12) 小松幸夫：建物寿命の年齢別データによる推計に関する基礎的考察，日本建築学会計画系論文報告集，第 439 号，1992.
- 13) 有村幹治，猪俣亮平，田村亨：帯広都市圏を対象とした将来居住分布の推定，土木計画学論文集 D3（土木計画学），Vol.68，No.5（土木計画学・論文集第 29 巻），I_375-I_382，2012.
- 14) 浅田拓海，生富直孝，有村幹治：周辺立地環境を考慮した住宅立地パターンの推定，土木計画学研究・講演集，Vol.50，CD-ROM，P7，2014.
- 15) 李昂，西井和夫，佐々木邦明：生存時間分析手法による所有形態別転居タイミング決定のモデル化，土木計画学・論文集，Vol.26，No.3，2009.