

予防・健康づくりのための住環境整備のための研究
循環器疾患による死亡と居住環境要因との関連

研究分担者 長谷川 兼一 秋田県立大学 システム科学技術学部 教授

研究要旨

WHO は、2018 年に *Housing and Health Guidelines* を公表し、住まいの冬季最低室温 18℃以上、新築・改修時の断熱工事などを各国に勧告した。我が国においては循環器疾患による死亡率が高く、住宅内の寒さを原因とする血圧上昇が関連している可能性が高いため居住環境整備による発症予防を重要視すべきであると考えられる。しかし、近年の調査では国内の冬季における住宅内の室温が勧告する 18℃を確保できていない割合が 90%であることが報告されており、既存住宅の温熱環境を向上させる対策を講じるためのエビデンスの収集が不可欠である。そこで、全国各市町村レベルの循環器疾患の死亡率と居住環境要因との関連をマルチレベルモデルにより分析した。その結果、居住環境の適切な整備が居住者の健康維持に関連することを裏付ける結果を得た。

A. 研究目的

WHO (World Health Organization) は 2018 年 11 月に *Housing and Health Guidelines*¹⁾ を公表し、住まいの冬季最低室温 18℃以上、新築・改修時の断熱工事などを各国に勧告した。我が国においては循環器疾患による死亡率が高く²⁾、住宅内の寒さを原因とする血圧上昇が関連している可能性が高いため居住環境整備による発症予防を重要視すべきであると考えられる。しかし、最近の調査では国内の冬季における住宅内の室温が WHO の勧告する 18℃を確保できていない割合が 90%であることが報告されている³⁾。よって、既存住宅の温熱環境を適切に把握し、対策を講じるためのエビデンスを収集することは不可欠であると考えられる。

循環器疾患と住宅性能との関連に言及した研究は国内でも見られる。西川⁴⁾は、秋田県内を対象に各市町村の死亡率を目的変数に、居住環境要因を説明変数とした重回帰分析を実施し、建築時期の古い住宅ほど心疾患（高血圧性を除く）の死亡率が有意に高い関係を示した。一方、窓の断熱化との相関については有意な結果が得られなかつ

た。よって、県内の分析だけでは関係性が見えにくい説明変数が含まれている可能性もあり、全国を対象とした影響の把握が望まれる。

本研究では、全国各市町村の循環器疾患の死亡率のばらつきの原因となる影響要因を明らかにするため、マルチレベルモデルを用いて分析した。

B. 分析に用いるデータ

全国 41 都道府県^{注1)} (1,009 市町村) を対象に政府や県が公開している統計データを分析に用いた。各市町村における循環器疾患の死亡状況を標準化死亡比^{注2)} (以下, SMR) として算出し、地域を代表させた。使用年度は平成 30 年度である。

住宅性能は住宅・土地統計調査^{注3)}で対象とされている調査項目のうち、1980 年以前の建築割合や腐朽・破損の程度、二重以上のサッシまたは複層ガラスの窓の使用、一般型誘導居住面積水準を満たす世帯、住宅内の段差解消による高齢者対応の有無など市町村ごとのデータを用いた。また、地域の経済力を測る指標として、納税義務者一人当たりの課税対象所得^{注4)}を説明変数に加えた。

C. マルチレベルモデルの検討

分析は、最も多く利用されているマルチレベルモデルである階層線形モデル（以下、HLM）を用いた^{7,8)}。データの構造は、第1水準を市町村レベル、第2水準を都道府県レベルとすることで、市町村レベルが都道府県レベルにネストされる階層構造を想定している^{注3)}。分析には、多変量解析統計ソフト SPSS Statistics Ver.26.0 を使用した。

分析の手順は、①目的変数と説明変数の相関分析、②説明変数間の相関分析、③ヌルモデルの作成によるデータの階層性の確認、④最終モデルの構築、の4段階とした。

C1. 目的変数と説明変数の相関分析

投入する説明変数を精査するため、心疾患・脳血管疾患のSMRと説明変数に使用する項目の相関分析を実施した。

表1に目的変数と説明変数の相関分析の結果を示す。いずれの疾患においても、木造や一般型誘導居住面積水準以上の住宅割合が高い市町村ほど死亡率が有意に高い傾向がみられる。

C2. 説明変数間の相関分析

表2に絶対値が0.60以上となる説明変数間の相関係数を示す。暖房デGREEと二重以上のサッシまたは複層ガラスの利用は比較的強い相関がみられる。寒冷な地域ほど二重サッシなどの普及率が多い傾向にあり、住宅性能の中でも気象要素への依存性が強い項目であることがわかる。また、説明変数の中でも、一般型誘導居住面積水準以上の住宅割合との相関係数が高い変数が多くみられる。一世帯あたりの人数が多いほど住宅が古いなど、居住環境との関連性はより大きいと考えられ、特に同時にモデルに投入しないよう配慮する必要がある。

C3. ヌルモデルの作成によるデータの階層性の確認

ヌルモデルとは、HLMにおいて説明変数を投入しないモデルのことである。HLMでは、目的変数の集団間変動のみを推定するためにヌルモデルを作成する。ヌルモデルを検討することですべての効果を市町村レベルと都道府県レベルに分解し、それぞれの分散から級内相関係数^{注4)}を

表1 目的変数と説明変数の相関分析

順位	心疾患のSMR		脳血管疾患のSMR	
	説明変数	相関係数	説明変数	相関係数
1	段差のない屋内	-0.162**	木造住宅の割合	0.284**
2	木造住宅の割合	0.152**	一般型誘導居住面積水準以上	0.274**
3	課税対象所得	-0.126**	課税対象所得	-0.262**
4	1980年以前の建築の割合	0.125**	暖房デGREE	0.164**
5	一般型誘導居住面積水準以上	0.075*	1980年以前の建築の割合	0.146**
6	腐朽・破損あり	0.061	二重以上のサッシまたは複層ガラスの窓_すべての窓にあり	0.109**
7	またぎやすい高さの浴槽	-0.055	またぎやすい高さの浴槽	0.056
8	暖房デGREE	0.051	段差のない屋内	-0.053
9	二重以上のサッシまたは複層ガラスの窓_すべての窓にあり	-0.001	腐朽・破損あり	0.034

**：1%水準で有意 *：5%水準で有意

表2 説明変数間の相関分析（絶対値が0.60以上）

説明変数1	説明変数2	相関係数
木造住宅の割合	一般型誘導居住面積水準以上	0.879**
暖房デGREE	二重以上のサッシまたは複層ガラスの窓_すべての窓にあり	0.866**
またぎやすい高さの浴槽	段差のない屋内	0.629**
一般型誘導居住面積水準以上	1980年以前の建築の割合	0.625**
一般型誘導居住面積水準以上	課税対象所得	-0.624**

**：1%水準で有意

表3 ヌルモデル（心疾患のSMR）

ヌルモデル（脳血管疾患のSMR）		推定値	標準誤差	有意水準
固定効果	切片	108.80	2.47	***
変量効果	残差の分散	536.90	24.40	***
	切片の分散	224.44	55.39	***
-2LL	逸脱度（-2×対数尤度）	9301.51	パラメータ	3
AIC	赤池情報基準	9307.51	度数	1009
AICC	Hurvich and Tsai基準	9307.54	級内相関係数	0.29
CAIC	Bozdogan基準	9325.26	デザイン	7.85
BIC	ベイズ情報基準	9322.26	イフェクト	

***：1%水準で有意

表4 ヌルモデル（脳血管疾患のSMR）

ヌルモデル（心疾患のSMR）		推定値	標準誤差	有意水準
固定効果	切片	105.59	1.51	***
変量効果	残差の分散	343.37	15.59	***
	切片の分散	77.19	20.28	***
-2LL	逸脱度（-2×対数尤度）	8828.56	パラメータ	3
AIC	赤池情報基準	8834.56	度数	1009
AICC	Hurvich and Tsai基準	8834.59	級内相関係数	0.18
CAIC	Bozdogan基準	8852.31	デザイン	5.25
BIC	ベイズ情報基準	8849.31	イフェクト	

***：1%水準で有意

算出することができる。

表3、4に心疾患・脳血管疾患のSMRのヌルモデルを示す。いずれの疾患においても級内相関係数・デザインイフェクト^{注5)}は基準値を上回っている。したがって、心疾患・脳血管疾患のSMRいずれの場合も、データには集団類似性があり、階層的データであることが確認できる。よって、統計分析手法によって環境要因を検討する場合、マルチレベルモデルを適用するべきだと判断できる。

C4. 最終モデルの構築

目的変数が心疾患・脳血管疾患の SMR のヌルモデルに、説明変数を順次投入することにより最終モデルを構築した。

表 5 に心疾患の SMR の最終モデルを示す。固定効果の市町村レベルに着目すると、1980 年以前の建築や腐朽・破損の割合が高いほど死亡率が増加する結果が得られた。全国規模の調査においても住宅性能に死亡率が関連する可能性がある。またぎやすい高さの浴槽の割合が高いほど死亡率が低下する関係もみられるが、都道府県レベルでは推定値の正負が逆であることが読み取れる。つまり、またぎやすい高さの浴槽の所有割合が高い市町村が多い都道府県ほど死亡率が大きいことを意味しており、死亡率の高い都道府県にその中の多くの市町村が集中して何らかの形で対策を施したなど、都道府県間の集団対策に差があることで得られた結果だと考えられる。

表 6 に脳血管疾患の SMR の最終モデルを示す。固定効果の市町村レベルに着目すると、二重以上のサッシまたは複層ガラスの窓の使用割合が高いほど死亡率が低下する結果が得られた。表 1 の相関分析では二重サッシなどの使用率が高いほど死亡率が増加するように、正負が逆の結果を得ていたことから、階層性のあるデータとして分析することで、住宅性能が死亡率低下に寄与していることが示された。また、都道府県レベルでは二重以上のサッシまたは複層ガラスの窓の使用割合が高いほど死亡率が増加するなど、対策を施す市町村が多い都道府県ほど死亡率が増加する傾向がみられた。心疾患の SMR と同様の解釈で考察すると、死亡率が高い都道府県への集団対策が脳血管疾患の SMR ではより顕著であると考えられる。

各疾患の変量効果に着目すると、切片と暖房デグリーデーの共分散は有意であり、かつ正の値である。つまり、暖房デグリーデーが大きい寒冷地域では SMR と暖房デグリーデーの関係が強く、

表 5 最終モデル(心疾患の SMR)

最終モデル (心疾患のSMR)		推定値	標準誤差	有意水準	
固定効果	切片	105.94	1.50	< 0.01	
	市町村レベル	1980年以前の建築の割合	0.34	0.085	< 0.01
		課税対象所得	-0.0059	0.0013	< 0.01
		またぎやすい高さの浴槽	-0.73	0.21	< 0.01
	都道府県レベル	腐朽・破損の割合	0.35	0.20	< 0.10
		またぎやすい高さの浴槽	0.86	0.32	< 0.01
変量効果	残差の分散	316.98	14.41	< 0.01	
	切片と暖房デグリーデーの共分散	0.27×10^{-4}	0.72×10^{-5}	< 0.01	
	-2LL 逸脱度 (-2×対数尤度)	8755.44	パラメータ	8	
	AIC 赤池情報基準	8771.44			
BIC ベイズ情報基準	8810.78				

表 6 最終モデル(脳血管疾患の SMR)

最終モデル (脳血管疾患のSMR)		推定値	標準誤差	有意水準	
固定効果	切片	109.37	1.82	< 0.01	
	市町村レベル	木造住宅の割合	0.18	0.071	< 0.05
		課税対象所得	-0.0053	0.0019	< 0.01
		二重以上のサッシまたは複層ガラスの窓_すべての窓にあり	-0.63	0.19	< 0.01
	都道府県レベル	課税対象所得	-0.029	0.0062	< 0.01
		1980年以前の建築の割合	-1.15	0.34	< 0.01
段差のない屋内		2.51	1.20	< 0.05	
変量効果	二重以上のサッシまたは複層ガラスの窓_すべての窓にあり	0.64	0.26	< 0.05	
	残差の分散	507.31	23.03	< 0.01	
	切片と暖房デグリーデーの共分散	0.28×10^{-4}	0.79×10^{-5}	< 0.01	
	-2LL 逸脱度 (-2×対数尤度)	9216.10	パラメータ	10	
AIC 赤池情報基準	9236.10				
BIC ベイズ情報基準	9285.26				

南下するほど両者の関係性は弱くなることを示唆している。

D. まとめ

循環器疾患の死亡率と居住環境要因との統計分析を通じて、居住環境の適切な整備が健康維持に関連することが示唆された。また、各疾患の SMR や関連する住宅性能には差異がみられ、傾向を把握する際の分析の仕方に応じた結果の解釈にも注意が必要である。特に、二重サッシ・複層ガラスの使用や高齢者対応などの効果には単相関分析では見えづらい集団レベルの効果も大きいことから、都道府県ごとの集団対策に差異があることが示唆された。

F. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

- 1) 河原大樹, 長谷川兼一, 松本真一, 竹内仁哉: 循環器疾患による死亡と居住環境要因との関連 その 1 統計データを用いた全国規模の分析, 日本建築学会東北支部研究報告集, 2025年6月(発表予定).
- 2) 河原大樹, 長谷川兼一, 松本真一, 竹内仁哉: 循環器疾患による死亡と居住環境要因との関連 その 2 平成30年度の統計データを用いたマルチレベルモデルによる全国規模の分析, 日本建築学会大会学術講演会梗概集, 2025年9月(発表予定).

G. 知的財産権の出願・登録状況(予定を含む)

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

<注釈>

- 注 1) 富山県, 石川県, 岡山県, 島根県, 徳島県, 高知県を除く。
- 注 2) 当該地域の実際の死亡者数を, 全国の5歳階級別の粗死亡率(人口推計から把握)と当該地域の5歳階級別人口を乗じた値の総和で算出される期待死亡者数で除し, 100を乗じた値。
- 注 3) 市町村レベルの変数には集団平均中心化を, 都道府県レベルの変数には市町村レベルである変数の都道府県ごとの平均値を全体平均中心化した。
- 注 4) 一定数のデータからなるグループが複数あり, 全体として1つの集団を形成している際に, グループ内部のデータの類似性を表す指標。(グループ間分散) / (グループ間分散) + (グループ内分散) で算出される。級内相関係数が0.10以上の場合は階層性を考慮する必要がある。
- 注 5) $1 + (\text{平均グループ内データ数} - 1) \times \text{級内相関係数}$ により算出される指標であり, 2.0を超える場合はデータの階層性を考慮する必要がある。

<参考文献>

- 1) WHO: WHO Housing and health guidelines, 2018.11.
- 2) 厚生労働省: 令和5年(2023)人口動態統計月報年計(概数)の概況, p.10, 2023年.
- 3) Umishio W., Ikaga T., Fujino Y., Ando S., Kubo T., Nakajima Y., Hoshi T., Suzuki M., Kario K., Yoshimura T., Yoshino H., Murakami S.: Disparities of indoor temperature in winter: A Cross-sectional analysis of the Nationwide Smart Wellness Housing Survey in Japan, Indoor Air 30(6), pp.1317-1328, 2020.6.
- 4) 西川竜二: 秋田県内の市町村単位でみたヒートショック関連死因の死亡率と住宅熱環境に関する統計分析 その2, 日本建築学会東北支

部研究報告集計画系, 第 82 号, pp.51-52, 2019 年 6 月.

- 5) e-Stat 政府統計の総合窓口：住宅・土地統計調査, <https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&toukei=00200522&tstat=000001127155> (最終閲覧日 2025 年 2 月 26 日) .
- 6) 総務省:平成 30 年度市町村税課税状況等の調,
https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/jichi_zaisei/czaisei/czaisei_seido/ichiran09_18.html
(最終閲覧日 2025 年 2 月 26 日) .
- 7) 清水裕士：個人と集団のマルチレベル分析, ナカニシヤ出版, 2015 年 11 月.
- 8) 海塩渉, 伊香賀俊治, 安藤真太郎, 大塚邦明：マルチレベルモデルに基づく室温による家庭血圧への影響 -冬季の室内温熱環境が血圧に及ぼす影響の実態調査(その 2)-, 日本建築学会環境系論文集, 第 80 巻, 第 715 号, pp.703-710, 2015 年 9 月.

(このページは空白です)