

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	自由行動下血圧測定に基づく寝室室温の早朝血圧変動への影響
Title(English)	IMPACTS OF BEDROOM TEMPERATURE ON BLOOD PRESSURE VARIABILITY IN THE EARLY MORNING, BASED ON AMBULATORY BLOOD PRESSURE MONITORING
著者(和文)	海塩 渉, 伊香賀俊治, 大塚邦明, 安藤 真太郎
Authors(English)	Wataru Umishio, Toshiharu Ikaga, Kuniaki Otsuka, Shintaro Ando
出典(和文)	日本建築学会環境系論文集, Vol. 80, No. 716, pp. 867-875
Citation(English)	Journal of Environmental Engineering (Transactions of AIJ), Vol. 80, No. 716, pp. 867-875
発行日 / Pub. date	2015, 11
権利情報	日本建築学会

自由行動下血圧測定に基づく寝室室温の早朝血圧変動への影響

IMPACTS OF BEDROOM TEMPERATURE ON BLOOD PRESSURE VARIABILITY
IN THE EARLY MORNING, BASED ON AMBULATORY BLOOD PRESSURE MONITORING

海塩 渉*, 伊香賀 俊治**, 大塚 邦明***, 安藤 真太郎****

Wataru UMISHIO, Toshiharu IKAGA, Kuniaki OTSUKA
and Shintaro ANDO

Although it has been recently noted that blood pressure variability is affected by the indoor thermal environment, these effects haven't yet been studied in sufficient detail. Therefore, a field survey on ambulatory blood pressure and indoor temperature was conducted for 7 days in the winter month 2012. On the date that indoor temperature in the bedroom was lowest, morning blood pressure was higher and morning blood pressure surge was larger, compared to the date when temperature was highest. Furthermore, the blood pressure gap between the lowest day and the highest day was larger after getting out of bed than before.

Keywords: Ambulatory blood pressure, Morning surge, Indoor thermal environment, Field survey, Elderly people, Hilly and mountainous area

自由行動下血圧, モーニングサージ, 室内温熱環境, 実測調査, 高齢者, 中山間地域

1. 序論

高血圧は国民の3人に1人が罹患する国民病である^{1),2)}。本邦における高血圧に起因する死者は、年間約10万人にのぼる³⁾ことから、その対策が急務とされている。この対策として、生活習慣の改善により「10年間で平均収縮期血圧を4.2mmHg低下させること」を目標に、2000年に「健康日本21(第一次)」が策定された。しかし、高血圧の改善目標は達成されず、生活習慣の改善のみによる高血圧予防には限界がある可能性が示唆された⁴⁾。以上より、個人の行動変容に依らない、健康的な居住環境の提供による健康維持増進の必要性が言及されている⁵⁾。更に高血圧を主要因とする循環器疾患の住宅内での死亡は、冬季に集中する⁶⁾ことから、住宅内の温熱環境改善により高血圧ひいては循環器疾患予防の可能性があると云える。

このような背景を鑑みて、筆者らは、冬季実測調査に基づき室温が血圧レベルに及ぼす影響の評価を試みてきた。既報⁷⁾では、室温が家庭血圧に及ぼす影響を定量的に評価し、①個人因子(年齢、体重、飲酒頻度等)を制御した場合、居間室温が10℃低い環境下において収縮期血圧が約4.3 mmHg高くなること、②室温が血圧に及ぼす影響は高齢者、動脈硬化が進行している者ほど大きいこと、を示した。

一方で近年、血圧レベルの高値に加え、血圧変動の増大も循環器疾患や臓器障害の独立したリスクとなる^{8),9)}との報告がなされ、血圧変動に注目が集まっている。血圧変動には、一拍毎の変動、日内変動、日間変動、週変動、季節変動など様々あるが、中でも起床時に循環器疾患の発症が最も多い¹⁰⁾ことから、早朝、起床前後に生じ

る一過性の血圧上昇「モーニングサージ」抑制の重要性が示唆されている。

モーニングサージは、既往研究から温熱環境による影響を受けることが言及されている。村上¹¹⁾らは中山間地域の住民を対象とした7日間連続の血圧測定に基づき、外気温がモーニングサージに及ぼす影響を検証し、外気温最高日においてモーニングサージが有意に小さくなることを示唆した。王¹²⁾らは学生を対象とした被験者実験に基づき、室温10℃と比較して、室温25℃の環境下でのモーニングサージが有意に小さくなることを示した。佐伯¹³⁾らは高齢者を対象とした2日間連続の血圧測定に基づき、室温がモーニングサージに及ぼす影響を定量的に評価している。

一方で、既往の研究は医学的な視点に基づいているものの、室温の平均値を指標とした分析等、時々刻々と変化する室温に関する検討および考察が乏しい点が課題として挙げられる。血圧の急激な「変動」を扱う上では、非定常的な挙動を見せる室温の分析を、建築環境工学の観点も踏まえて詳細に行うことが望まれる。上記の課題を解決することで、「モーニングサージ抑制のために、いつの時間帯の室温管理が重要か」を提示することが可能となり、循環器疾患の予防に向けた、より具体的な提案に繋がるものと考えられる。

従って本研究では日常生活の中での自由行動下血圧の7日間連続測定に基づき、建築環境工学の立場から、室温最高日と最低日における同一被験者のモーニングサージの比較を行うことで、①どの部屋・時間帯の室温がモーニングサージに影響を及ぼすのかを明確にすること、②室温が起床前後の血圧推移に及ぼす影響を定量的に提示すること、を目的とする。

* 鹿島建設(株) 修士(工学)
(当時 慶應義塾大学大学院理工学研究科 大学院生)
** 慶應義塾大学理工学部 教授・博士(工学)
*** 東京女子医科大学 名誉教授・医博
**** 北九州市立大学国際環境工学部 講師・博士(工学)

Kajima Corporation, M. Eng.
(Grad. Stud., Graduate School of Science and Technology, Keio Univ.)
Prof., Faculty of Science and Technology, Keio Univ., Dr. Eng.
Prof. Emeritus, Tokyo Women's Medical Univ., M.D.
Lect., Faculty of Environmental Engineering, The Univ. of Kitakyushu, Dr. Eng.

2. 実測調査・アンケート調査（表1～3）

実測調査の概要を表1に示す。対象者は前半組と後半組に分かれ、自由行動下血圧を7日間連続測定した（入浴時を除く）。測定は30分間隔の自動測定であり、夜間（22:00～07:00）^{注2)}は睡眠の質を考慮し、1時間間隔とした^{注3)}。その他の測定条件は「24時間血圧計の使用基準に関するガイドライン（2010年改訂版）」¹⁴⁾に従った^{注4)}。血圧測定と併せて、起床・就寝・食事時刻（1分単位）、昨夜の睡眠の質等を含む日誌への記入を依頼した。更に対象者の住宅において温湿度の調査を実施した。測定場所は、居間・寝室・トイレの床上1.1mの高さとし、10分間隔の連続測定を行った。外気温については、高知県土佐町役場を代表点として、直射日光の当たらない役場の北側1.5mの高さにて10分間隔で連続測定した。調査期間中の最高/平均/最低気温は、前半（1月13日～19日）で15.1/3.4/-2.4℃、後半（1月27日～2月2日）で13.9/2.3/-3.8℃であり、平均外気温が5℃を下回り、時には氷点下に及んでいた。尚、調査開始前に血圧計の使用法や温湿度計の設置方法等に関する説明会を実施した。

また、実測調査と併せて、同一対象者にアンケート調査を実施した（表2）。調査票は、「個人因子」、「住宅」の2部門で構成した。「個人因子」は、血圧の決定要因とされる年齢、性別、体重等の個人属性、食事、喫煙、飲酒等の生活習慣を中心とし、「住宅」は、断熱材の有無、窓ガラスの枚数、窓サッシの種類等の住宅の性能に関する項目を中心とした（表3）。

3. 分析サンプルのスクリーニング

3.1 対象者の個人因子（図1, 2, 表4）

対象者の基本情報を表4に示す。平均年齢は63歳であり、日本の平均年齢45歳（2010年時点）¹⁵⁾より高めのサンプルであった（図1）。男女の比率は、女性が約3分の2を占めていた。平均BMIは23kg/m²であり、概ね標準的な体型であった^{注5), 16)}（図2）。約8割の対象者は喫煙経験がなく、飲酒習慣は週1回未満の対象者が約半数を占めていた。降圧剤は6名が服用していた。

3.2 血圧・血圧変動の個人因子別比較^{注6)}（図3, 4）

室温が血圧変動に及ぼす影響を分析する前段として、対象者のスクリーニングを行うため、個人因子別に血圧と血圧変動の大小を比較した。分析にあたり、予後予測能の高い収縮期血圧¹⁷⁾に焦点を当てた。図1から、45歳未満を若年群、50歳以上を高年齢群に分類し、血圧（平均値）と血圧変動の指標である1日の収縮期血圧の標準偏差（平均値）を比較した結果、高年齢群で有意に大きく、血圧は自由行動下血圧の高血圧の基準とされる130mmHg¹⁸⁾に非常に近いことが確認された（図3, 4）。更に高年齢群の中で、図2からBMIが27未満を標準群、29以上を肥満群に分類し、血圧と血圧変動を比較したところ、有意差はないものの肥満群で大きい傾向が確認された。個人因子によって血圧・血圧変動が異なることが示されたため、以降の分析では循環器疾患の発症リスクが高い高齢者、かつ人口に占める割合の大きい標準体型の21名を有効サンプルとする。

表1 実測調査の概要

対象地	サンプル数	有効サンプル数	自由行動下血圧			住宅内の温湿度		
			測定期間	測定方法	測定機器	測定期間	測定方法	測定機器
高知県土佐町	13名 (12世帯)	10名 (9世帯)	2012年 1月13日～1月19日	7日間の連続測定 07:00～22:00:30分間隔 22:00～07:00:1時間間隔	携帯型 自動血圧計 TM-2431 (A&D社)	2012年 1月13日～2月17日	居間・寝室・トイレ の床上1.1mの高さに設置 10分間隔の連続測定	温湿度 データロガー RTR-53A ^{注1)} (T&D社)
	14名 (12世帯)	11名 (10世帯)	2012年 1月27日～2月2日			2012年 1月27日～3月2日		

表2 アンケート調査の概要

対象地	アンケート調査				サンプル	
	調査期間	調査方法	配布方法	回収方法	配布数	有効回答数（百分率）
高知県土佐町	2012年1月20日～3月2日	紙面配布による アンケート調査	直接配布	直接回収	29名	27名（93%）

表3 アンケート調査項目一覧

【第1部】個人因子		【第2部】住宅			
個人属性	年齢	() 歳	基本情報	延床面積	() m ²
	性別	1)男性 2)女性		建築年数 / 居住年数	() 年
	身長 / 体重	() cm / () kg		構造	1)木造 2)コンクリート造 3)鉄骨造 4)その他
	疾病	各々の疾病に関して、1)治療中 2)中断 3)治癒 [心疾患 / 脳血管疾患 / 糖尿病 / 脂質異常症 / 眼底出血 / 痛風 / 肝臓病 / 肝炎 / 貧血 / 結核 / 肺結核 / しょう紅熱 / リウマチ熱 / 腎臓病 / 高血圧 / その他]		断熱材	1)あり 2)なし 3)わからない
生活習慣	降圧剤服用	1)飲んでいない 2)飲んでいて 3)飲んでいる	性能	窓ガラスの枚数	1)1枚 2)2枚 3)わからない
	喫煙	1)なし 2)やめた 3)あり		窓サッシの種類	1)普通のアルミサッシ 2)アルミの2重サッシ 3)断熱サッシ 4)古い木製の建具 5)新しい木製の建具 6)樹脂サッシ
	飲酒	1)週1回未満 2)週1回 3)週2回 4)週3回 5)週4回 6)週5回 7)週6回 8)毎日	健康性※	居間の音・振動環境	【各部屋で生じる健康に関する問題の発生頻度】 1)よくある 2)たまにある 3)めったにない 4)全くない
	味噌好	1)薄い 2)普通 3)濃い 4)制限している		居間の温熱環境（夏/冬）	
	脂物嗜好	1)嫌い 2)普通 3)好き 4)制限している		居室の睡眠快適性（夏/冬）	
	食事の頻度	脂肪、野菜、果物、間食の各々に対して、 1)多い 2)普通 3)少ない 4)制限している		トイレの温熱環境（冬）	
			台所、浴室、洗面所の衛生・安全		

※ 居間の音・振動環境 : 居間・リビングで、窓・ドアを開けても、室内や外の音・振動が気になることはありますか。
 居間の光環境 : 居間・リビングで、夜、照明が足りずに暗いと感じることはありますか。
 居間の温熱環境（夏/冬） : 居間・リビングで、（夏、冷房が効かずに暑い/冬、暖房が効かずに寒い）と感じることはありますか。
 居室の睡眠快適性（夏/冬） : 居室で、（夏、暑くて/冬、寒くて）眠れないことはありますか。
 トイレの温熱環境（冬） : トイレで、冬、寒いと感じることはありますか。
 台所、浴室、洗面所の衛生・安全 : 浴室・脱衣所・洗面所で、カビが発生しているところはありますか。

3.3 対象者の住宅 (表 5)

有効サンプル 21 名 (19 軒) の住宅に関する集計結果を表 5 に示す。全て木造の住宅であり、築年数は 10 年未満から 50 年以上まで幅広く分布していた。断熱材なしの住宅、窓が単層ガラスの住宅が約半数を占めた。窓サッシの種類はアルミサッシが約 8 割であった。以上の集計結果から既往研究¹⁹⁾の推定方法に従い、分類を行った結果、無断熱・S55 基準の住宅が大半を占めており、性能の低い住宅

のサンプルが中心であった。

続いて各部屋で生じる健康に関する問題の発生頻度のうち、冬の温熱環境に関する項目の集計を行う。居間、トイレで寒さを感じている者はそれぞれ約 4 割、約 5 割であり、非暖房室であるトイレで寒さを感じている者の方が多かった。冬に寒くて眠れないことを「めったにない・ない」とした者が約 8 割を占め、寒さによって睡眠が阻害されていると感じている対象者は少なかった。

表 4 対象者の基本情報

有効 無効	ID ^{※1}	年齢 [歳]	性別 ^{※2} [-]	BMI [kg/m ²]	喫煙 [-]	飲酒 [日 / 週]	疾病 [-]	降圧剤 服用 [-]	起床 時刻 ^{※3} [-]	収縮期 血圧 [mmHg]	収縮期 血圧変動 [mmHg]
	01	54	F	19.0	なし	5	なし	なし	5:50	113	22.9
	02	60	M	26.8	やめた	3	脂質異常症	あり	7:00	142	19.9
	03	61	F	25.2	なし	0	なし	あり	6:40	112	22.2
	04	61	F	22.2	なし	0	なし	なし	7:40	119	19.6
	05	62	F	22.5	なし	1	なし	なし	6:20	131	25.0
	06	64	F	23.3	なし	0	貧血	なし	5:20	135	26.8
	07	64	M	22.0	やめた	0	糖尿病	なし	5:50	134	19.8
	08	65	F	23.9	なし	0	貧血, 腎臓病	なし	7:00	141	22.9
	09	66	F	21.2	なし	0	なし	なし	6:50	144	33.5
	10	68	M	24.2	やめた	7	痛風	あり	6:30	132	23.6
有効	11	69	F	18.2	なし	2	脂質異常症	なし	6:30	115	21.9
	12	70	F	24.0	なし	0	糖尿病	なし	6:10	123	21.5
	13	70	F	22.2	なし	0	なし	なし	7:30	113	27.2
	14	70	F	25.6	なし	0	なし	なし	6:50	122	22.1
	15	70	F	24.3	なし	0	なし	なし	6:00	130	26.8
	16	71	F	19.1	なし	0	なし	なし	7:00	126	17.9
	17	71	M	21.6	やめた	6	なし	あり	7:10	132	36.7
	18	72	M	23.0	なし	0	泌尿器疾患	なし	6:40	126	26.1
	19	72	F	23.9	なし	0	なし	あり	6:20	114	22.8
	20	73	M	22.7	なし	2	糖尿病, 腎臓病	あり	6:30	133	15.7
	21	74	M	23.2	やめた	2	なし	なし	7:20	131	24.1
無効	22	39	F	22.2	なし	0	気管支喘息	なし	5:40	108	17.9
	23	40	M	22.6	なし	7	なし	なし	5:20	126	15.2
	24	40	F	20.3	なし	2	貧血	なし	7:30	111	21.0
	25	41	F	22.0	あり	3	糖尿病	なし	5:50	109	17.0
	26	58	F	31.2	なし	1	-	-	5:40	138	24.1
	27	62	F	29.2	なし	2	貧血, 結核	なし	7:00	126	23.9

※1 影付きの部分は有効サンプルから除外された理由を示す, ※2 性別の M は Male (男性), F は Female (女性) を示す, ※3 起床時刻は 7 日間の平均値

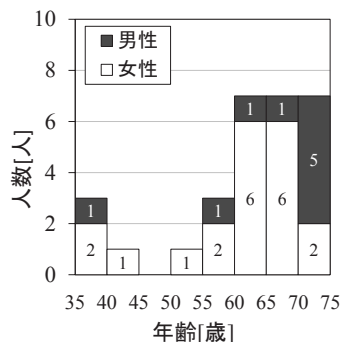


図 1 年齢ヒストグラム

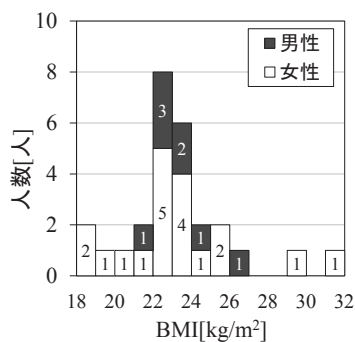


図 2 BMI ヒストグラム

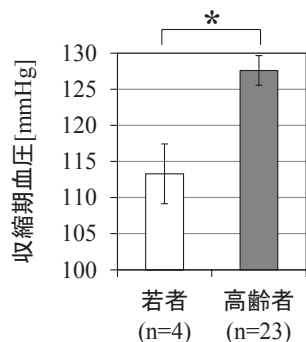


図 3 年齢別血圧比較

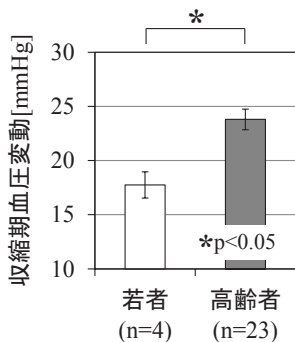


図 4 年齢別血圧変動比較

表 5 アンケート調査項目の集計結果

設問	選択肢	度数	相対度数 (%)
築年数	1) 10 年未満	1	5
	2) 10-29 年	8	42
	3) 30-49 年	4	21
	4) 50 年以上	6	32
窓ガラスの枚数	1) 1 枚	10	53
	2) 2 枚	8	42
	3) 分からない	1	5
窓サッシの種類	1) アルミ	15	79
	2) 2 重アルミ	1	5
	3) 古い木製	2	11
	4) 樹脂	1	5
断熱材	1) あり	8	42
	2) なし	9	47
	無回答	2	11
断熱性能	1) 無断熱	8	42
	2) S55 基準	8	42
	3) H4 基準	1	5
	4) H11 基準	1	5
	分類不可	1	5
居間の温熱環境 (冬)	1) よくある	3	14
	2) たまにある	5	24
	3) めったにない	5	24
	4) 全くない	7	33
	無回答	1	5
寝室の睡眠快適性 (冬)	1) よくある	1	5
	2) たまにある	2	10
	3) めったにない	6	29
	4) 全くない	11	52
	無回答	1	5
トイレの温熱環境 (冬)	1) よくある	6	29
	2) たまにある	4	19
	3) めったにない	6	29
	4) 全くない	5	24

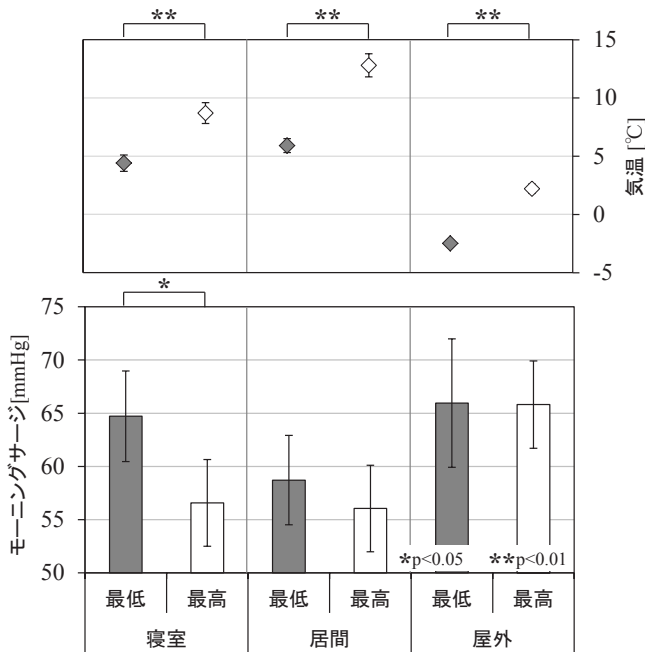


図5 (上) 各部屋の気温 (7日間の最高/最低日の比較)
(下) モーニングサージ (各部屋の気温最高/最低日の比較)

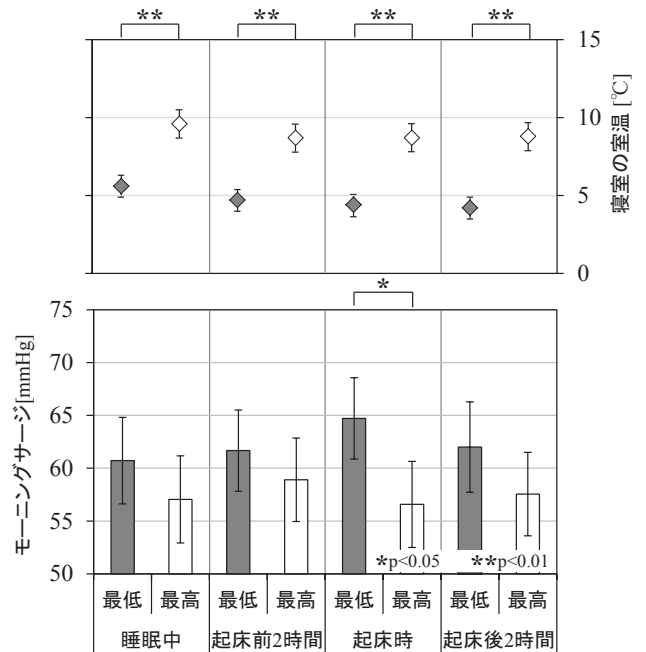


図6 (上) 各時間帯の寝室の室温 (7日間の最高/最低日の比較)
(下) モーニングサージ (各時間帯の室温最高/最低日の比較)

表6 睡眠中/起床後2時間の血压に関する基礎集計 (平均±標準誤差)

行動	指標	寝室の室温最低日	寝室の室温最高日	寝室の室温最高日と最低日の差	有意水準 (p 値)
睡眠中	収縮期血圧	130±4	129±3	1	0.87
	最大値[mmHg]	113±3	108±3	5	0.10
	最小値[mmHg]	96±3	91±3	5	0.24
起床後2時間	収縮期血圧	153±3	144±3	9	0.00
	最大値[mmHg]	134±3	129±3	5	0.11
	最小値[mmHg]	116±4	112±4	4	0.46

4. 室温が早朝血圧変動に及ぼす影響^{注7)}

4.1 部屋の種類別のモーニングサージ比較 (図5)

以降の節では、既往研究¹⁰⁾で循環器疾患が多発すると示唆されている「起床時」の血圧変動に焦点を当てた分析を行う。結果の提示にあたり、7日間の測定期間のうち、起床時の寝室室温が最高の日と最低の日^{注8)}を抽出した。尚、本研究における血圧測定は定刻測定としているため、「起床時血圧」を「日誌における起床申告時刻の直後の測定血圧」としている。従って最大 29 分のラグがあり、その際の体位は不明である点に注意されたい。血圧の測定間隔や姿勢、日誌の記録方法等については今後の課題とする。

初めに、各部屋の室温が起床時の血圧変動の指標であるモーニングサージ (=起床後2時間の収縮期血圧最大値-睡眠中収縮期血圧最小値) に及ぼす影響を検証した。各住宅の起床時の各部屋の室温最高日と最低日における対象者のモーニングサージを比較した結果を図5に示す。その結果、寝室の室温最高日と比較して最低日においてモーニングサージが有意に大きくなった (p<0.05)。一方で、居間の室温最高日と最低日、外気温の最高日と最低日の間に有意差は確認されず、寝室、居間、外気の順に最高日と最低日の間のモーニングサージの差分が小さくなった。既往研究¹¹⁾において、外気温が高い日においてモーニングサージが抑制されると示唆されているが、以上の結果は外気温によって変動する寝室の室温が、より直接的にモーニングサージに影響を及ぼす可能性を示唆しているものと云える。従って、以降の分析では寝室の室温に焦点を当てる。

4.2 時間帯別のモーニングサージ比較 (図6)

続いて、「寝室のどの時間帯の室温がモーニングサージに影響を及

ぼすのか」を検証するため、寝室の①睡眠中、②起床前2時間、③起床時、④起床後2時間の室温最高日と最低日における対象者のモーニングサージを比較した (図6)。その結果、③起床時の室温最高日と最低日におけるモーニングサージにのみ有意な差が確認された (p<0.05)。従って、起床するまさにそのタイミングの室温を高く保つことがモーニングサージの抑制に繋がる可能性が示唆された。①、②の睡眠中に有意な差が確認されなかった要因としては、室温よりも寝床内気候の影響を強く受けた可能性、睡眠時の身体高さや測定高さが離れており、曝露温度が正確でなかった可能性が挙げられ、④起床後2時間に有意な差が確認されなかった要因としては、必ずしも寝室に留まっているとは言えず、部屋の移動に伴い、他の部屋の室温や室温温度差の影響を受けた可能性が考えられる。

4.3 睡眠/起床中の血圧比較 (表6)

モーニングサージは、起床後2時間と睡眠中の血圧の「差」の指標であるため、その比較からは「室温最高日と最低日の、起床後と睡眠中、どちらの血圧に差が現れているか」について検討することは困難であった。そこで本節では、睡眠中/起床後2時間に分け、寝室の室温最高日と最低日における血圧の基礎的な集計を行う。有効サンプル 21 名の各指標の平均値を表6に示す。睡眠中については、血圧の最大/平均/最小値のどの指標に関しても室温最低日と最高日の間に有意な差が確認されなかったが、起床後2時間については血圧の最大値に有意な差が認められた (p<0.01)。従って、室温最高日と最低日の間の血圧の差は、起床後に顕著に現れる可能性がある。続く次節では、「起床からの経過時間」に着目し、室温最高日と最低日の更に詳細な比較を行う。

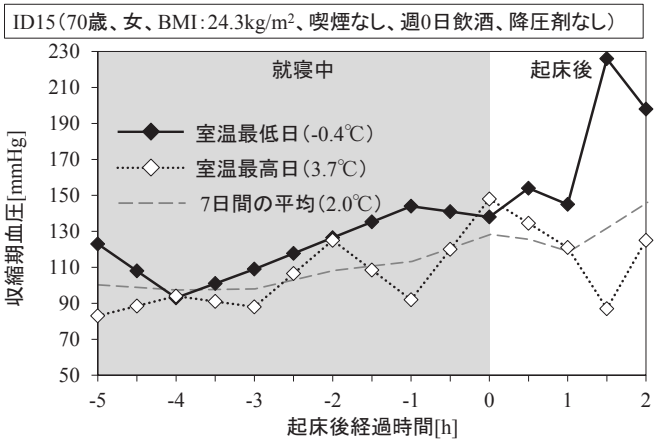


図7 起床前後の血圧推移（起床時室温が最低の一例）

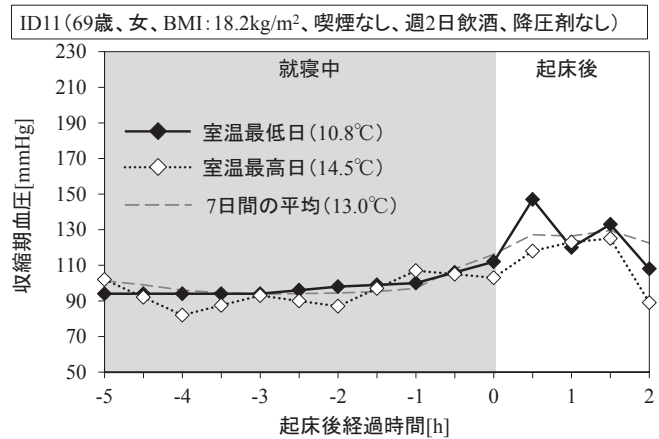


図8 起床前後の血圧推移（起床時室温が最高の一例）

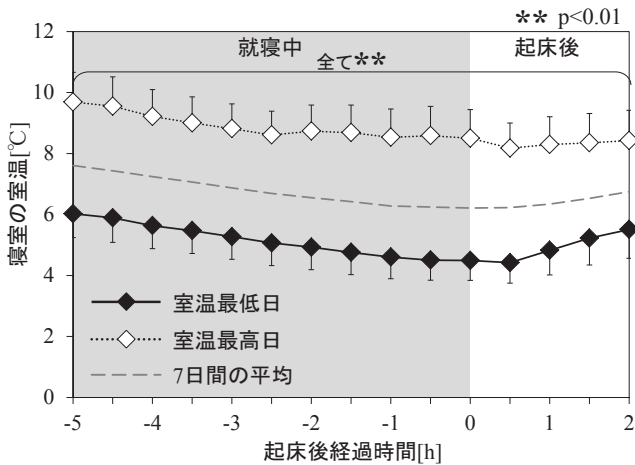


図9 起床前後の寝室の室温推移（有効サンプルの平均）

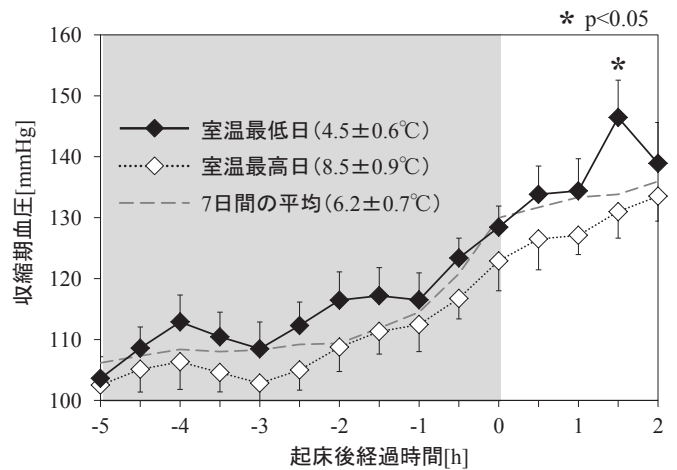


図10 起床前後の血圧推移（有効サンプルの平均）

4.4 代表例の起床前後の血圧推移

本節では、2名の代表例を選定し、起床後の経過時間別の収縮期血圧を示すことで、室温が起床時の血圧変動の大小に及ぼす影響を検討する上での足掛かりとする。なお、2名の代表例を除く対象者の、起床時の寝室の室温最高日と最低日における起床前後（起床5時間前～2時間後）の血圧推移、及び比較対象としての7日間の血圧推移の平均値を末尾の図11に示す（ID01～21の有効サンプル）。

4.4.1 起床時の室温が最低値を記録した一例（図7）

有効サンプル21名中、起床時の寝室の室温が最低値（ -0.4°C ）を記録した1名を抽出し、その1名の室温最高日と最低日における起床前後の血圧推移を図7に示す。70歳、女性、喫煙習慣および降圧剤の服用はなしのサンプルであった。寝室の室温最低日において、起床時の室温は氷点下にまで及んでいた。室温最高日と比較して、室温最低日において就寝中の血圧が高く推移し、また起床後には血圧が顕著に上昇し、最高日との差が大きくなっていることが確認された。

4.4.2 起床時の室温最低値が最も高い一例（図8）

有効サンプル21名中、7日間の起床時の寝室の室温最低値が最も高い値（ 10.8°C ）を記録した1名を抽出し、その1名の室温最高日と最低日における起床前後の血圧推移を図8に示す。69歳、女性、喫煙習慣および降圧剤の服用はなしのサンプルであった。室温最低日においても、起床時の室温は 10°C 以上に維持され、比較的暖かい環境であった。就寝中、起床後ともに、室温最高日と最低日の血圧差はほとんど確認されなかった。

4.4.3 代表二例の比較・考察

上記の2例は、比較的個人因子の近い2名が抽出されたが、寒冷的な環境に居住するID15と比較して、温暖な環境に居住するID11は起床後の血圧が低く保たれている。また、寒冷的な環境に居住するID15の中でも、室温最高日においては起床後の血圧が低い値となっている。以上の個人間、個人内の比較結果より、温暖な環境において起床後の急激な血圧の上昇が抑制される可能性が示唆されているものと考えられる。

4.5 起床後経過時間別の血圧（図9、10）

4.4項では代表例を取り上げたが、図11のように個人毎に分析すると、室温最高日の起床時の血圧が最低日より 10mmHg 以上高い者（ID08, 09, 10, 12の4名）、また最低日の起床5時間前と比較して、起床時に血圧が下降する者（ID07, 12の2名）など血圧が様々な挙動を見せた。この要因として個体差や、抽出した日のバイアス等が考えられる。そこで、その影響を小さくするために、対象者のデータを平均化する。室温最低日と最高日において、それぞれ同一対象者の血圧値を平均化しているため、血圧の個体差を極力小さくした上で室温の差を評価できるものと考えられる。

まず、室温最高日と最低日の室温推移、7日間の室温推移平均値を図9に示す。最高日に対する最低日の室温は平均 3.6°C （範囲： $2.9\sim 4.1^{\circ}\text{C}$ ）低くなっており、起床後にその差が小さくなった。これは、室温最低日において起床後に暖房をより積極的に使用した影響を反映しているものと推察する。続いて、血圧の推移を図10に示す⁹⁾。最高日に対する最低日の血圧は常に高く、その差は平均

6.3mmHg (範囲: 1.1~15.5 mmHg) であった。また起床後に大きな群間差 (平均 8.2mmHg) が認められた。更に、各時点において室温最低日の血圧は7日間の平均値を概ね上回り、最高日の血圧は7日間の平均値を常に下回っていた。以上より、本分析において確認された群間差の一つの要因は、室温によるものと推察される。大学生を対象とした既往研究¹²⁾では、室温 10℃と 25℃という極端な環境において有意な血圧差を見出しているが、高齢者を分析対象とした本稿においては室温の差が平均 3.6℃という僅かな差であっても有意な血圧差が確認された。筆者らの既報⁷⁾において、高齢者ほど室温による血圧への影響が大きい可能性が示されているが、本稿と既往研究の比較からも高齢者ほど室温の血圧への影響が大きく、起床時の室温管理の重要性が示唆されたものと考えられる。

また、群間差のその他の要因として行動様式の違いも考えられるが、本分析の有効サンプルは高齢な対象者に限定していることから、比較的日毎の生活パターンが確立されている (仕事等による日毎の生活パターンの変化が少ない) ものと考えられる。また、寒冷環境下で頻尿になるとの報告²⁰⁾があることから、室温はトイレに行く機会を増加させる。本調査において、起床時の寝室の室温平均値が 6.2℃、トイレの室温平均値が 4.5℃であり、非暖房室であるトイレは寝室よりもさらに寒冷な環境にあることが確認された。したがって、室温の違いが行動の変化を来し、更に血圧を上昇させる可能性も考え得るため、室温の影響は小さくないものと考察する。行動の違いに関する検討は今後の課題とする。

5. まとめ

5.1 結論

本稿では、循環器疾患が起床時に集中するという背景を鑑みて、寝室の室温が起床時の血圧変動に及ぼす影響について検討した。その結果、以下の3点の結論を得た。

- 1) 寝室の室温最高日と比較して最低日においてモーニングサージ (=起床後 2 時間の収縮期血圧最大値 - 睡眠中収縮期血圧最小値) の有効サンプルの平均値が 8.1 mmHg 大きく ($p<0.05$)、居間室温と外気温に同様の傾向は確認されなかった。
- 2) 寝室の①睡眠中、②起床前 2 時間、③起床時、④起床後 2 時間の室温最高日と最低日における対象者のモーニングサージを比較した結果、③起床時の室温最高日と最低日におけるモーニングサージにのみ有意な差が確認された ($p<0.05$)。
- 3) 室温最高日に対する最低日の血圧は常に高く、その差は平均 6.3mmHg (範囲: 1.1~15.5 mmHg) であった。更に起床後に大きな群間差 ($p<0.05$) が認められたことから、低室温環境下の血圧は、起床後に顕著に上昇する可能性が示唆された。

5.2 今後の課題

本報において、起床時の室温を高く維持することでモーニングサージの抑制に繋がることが示唆された。しかし本分析は、中山間地域に在住する高齢サンプルという限定的な対象の分析であり、サンプル数も $n=21$ と比較的小さいため、結果の汎用性の観点からは検討の余地が残る。今後、全国各地の対象に同様の調査を実施し、サンプル数を拡大することにより、個体差を考慮した一般性を持った結果が得られることを期待する。一般性や個体差を考慮するという観点からは、マルチレベル分析といった解析上の工夫も必要である。

また、既往の研究¹⁰⁾によると、起床時以外に就寝前にも循環器疾患の発症が多発するとされ、その要因として入浴行為に伴う血圧の急変動が挙げられる。入浴行為に伴う血圧変動は居間と脱衣所、浴室の室温温度差の大小に依存するとされていることから、入浴前後の血圧変動と室温温度差の関係を分析することで、循環器疾患予防のための有益な知見を得ることができると考えられる。加えて、夜間睡眠時の血圧推移が心血管リスクや認知機能と関連している^{21)~23)}ことから、早朝だけでなく夜間の血圧推移に着目した分析も意義が大きいと考えられる。外気温によって夜間の血圧降下度が異なるという報告¹¹⁾もなされているため、室温が夜間の血圧推移に影響を及ぼす可能性も十分に考えられ、引き続き夜間血圧に関する分析を行う予定である。

更に、本調査は実生活の中での調査 (実態調査) という性質上、血圧測定時の体位や測定前の行動の違いなど、室温以外の要素を完全に統一できていない点が課題点として挙げられる。また室温に関しても、例えば寝室における寝床高さと測定高さの間に差があり、実際に曝露されている温度を正確に測定できていない可能性がある。上記の課題点を考慮するためには被験者実験により、行動の統一および複数の高さにおける詳細な測定を行う必要があると云える。

謝辞

本研究の実施に際し多大なご支援を頂いた、村上周三会長、江里健輔副会長、上原裕之理事長を始めとする (一社) 健康・省エネ住宅を推進する国民会議の皆様、公文豊様を始めとするこうち健康省エネ住宅推進協議会の皆様、及び村上真祥様 (当時、高知県住宅課長)、田上豊資様 (高知県中央東福祉保健所長)、高知県土佐町住民福祉課の皆様、調査にご協力頂いた全ての皆様に謝意を表す。更に、本論文の投稿にあたっては、匿名の査読者より大変有意義なご助言を頂いた。重ねて深甚の謝意を表す。尚、本研究の一部は、科学研究費補助金・基盤研究 (A) (研究代表者: 伊香賀俊治、課題番号: 26249083) を受け実施したものである。

参考文献

- 1) 循環器病予防研究会: 完全収録第5次循環器疾患基礎調査結果, pp.45-57, 中央法規出版株式会社, 2003
- 2) 厚生労働省: 平成 18 年 国民健康・栄養調査結果の概要, p.31, 2006 [Web サイト] <http://www.mhlw.go.jp/houdou/2008/04/dl/h0430-2c.pdf> (2014.7.26 参照)
- 3) N. Ikeda, E. Saito, N. Kondo et al.: What has made the population of Japan healthy?, *Lancet*, Vol. 378, No. 9796, pp.1094-1105, 2011.9
- 4) 厚生労働省: 「健康日本 21」最終評価, pp.87-96, 2011.10 [Web サイト] <http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000001r5gc-att/2r9852000001r5np.pdf> (2014.7.26 参照)
- 5) 星旦二: ゼロ次予防に関する試論, *地域保健*, Vol. 20-6, pp.48-51, 1989
- 6) 羽山広文, 釜澤由紀, 斉藤雅也 ほか 3 名: 住環境が死亡原因に与える影響 その 1 気象条件・死亡場所と死亡率の関係, 第 68 回日本公衆衛生学会総会, 2009.11
- 7) 海塩渉, 伊香賀俊治, 大塚邦明, 安藤真太郎: 個人因子別の家庭血圧上昇量に関する分析 - 冬季の室内温熱環境が血圧に及ぼす影響の実態調査 -, *日本建築学会環境系論文集*, Vol. 79, No. 701, pp.571-577, 2014.7
- 8) K. Kario, T. G. Pickering, Y. Umeda et al.: Morning surge in blood pressure as a predictor of silent and clinical cerebrovascular disease in elderly hypertensives: a prospective study., *Circulation*, Vol. 107, No. 10, pp.1401-1406, 2003.3
- 9) K. Kario: Morning surge in blood pressure and cardiovascular risk: evidence and perspectives, *Hypertension*, Vol. 56, No. 5, pp.765-773,

2010.11

- 10) S. Omama, Y. Yoshida, A.Ogawa et al. : Differences in circadian variation of cerebral infarction, intracerebral haemorrhage and subarachnoid haemorrhage by situation at onset, Journal of Neurology Neurosurgery and Psychiatry, Vol. 77, No. 12, pp.1345-1349, 2006.12
- 11) S. Murakami, K. Otsuka, T. Kono et al. : Impact of outdoor temperature on prewaking morning surge and nocturnal decline in blood pressure in a Japanese population, Hypertension Research, Vol. 34, No. 1, pp.70-73, 2011.1
- 12) 王紅兵, 関根道和, 許鳳浩 ほか 4 名 : 寝室室温の早朝血圧上昇に対する影響, 日本温泉気候物理医学会雑誌, Vol. 69, No. 4, pp.234-244, 2006.8
- 13) K. Saeki, K. Obayashi, J. Iwamoto et al. : Stronger association of indoor temperature than outdoor temperature with blood pressure in colder months, Journal of Hypertension, Vol. 32, No. 8, pp.1582-1589, 2014.8
- 14) 日本循環器学会, 日本高血圧学会, 日本心臓病学会 : 24 時間血圧計の使用基準に関するガイドライン (2010 年改訂版), p.5, 2010 [Web サイト] http://www.j-circ.or.jp/guideline/pdf/JCS2010_shimada_h.pdf (2015.5.31 参照)
- 15) 総務省 : 平成 22 年国勢調査 人口等基本集計結果, p.18, 2011 [Web サイト] <http://www.stat.go.jp/data/kokusei/2010/kihon1/pdf/gaiyou1.pdf> (2015.5.5 参照)
- 16) 日本肥満学会 : 肥満研究 肥満症診断基準 2011, 日本肥満学会誌, Vol. 17, 2011.10
- 17) R. Inoue, T. Ohkubo, M. Kikuya et al. : Predicting stroke using 4 ambulatory blood pressure monitoring-derived blood pressure indices: the Ohasama Study, Hypertension, Vol. 48, No. 5, pp.877-82, 2006.11
- 18) 日本高血圧学会 : 高血圧治療ガイドライン 2014, ライフサイエンス出版株式会社, pp.19-20, 2014.4
- 19) 高柳絵里, 伊香賀俊治, 村上周三 ほか 2 名 : 健康維持増進に向けた住環境評価ツールの有効性の検証, 日本建築学会環境系論文集, Vol. 70, No.670, pp.1101-1108, 2011.12
- 20) 星伴路, 手塚清恵, 角谷英治 ほか 3 名 : 寒冷と頻尿に関するアンケート

調査, 日本泌尿器科学会雑誌, Vol. 90, No.2, p.398, 1999

- 21) H. Metoki, T. Ohkubo, M. Kikuya et al. : Prognostic significance for stroke of a morning pressor surge and a nocturnal blood pressure decline: the Ohasama study., Hypertension, Vol. 47, No. 2, pp.149-154, 2006.2
- 22) K. Kario, T. G. Pickering, T. Matsuo et al. : Stroke prognosis and abnormal nocturnal blood pressure falls in older hypertensives, Hypertension, Vol. 38, No. 4, pp.852-857, 2001.10
- 23) T. Ohkubo, A. Hozawa, J. Yamaguchi et al. : Prognostic significance of the nocturnal decline in blood pressure in individuals with and without high 24-h blood pressure: the Ohasama study, Journal of Hypertension, Vol. 20, No. 11, pp.2183-2189, 2002.11

注

- 注 1) 外気温のみ、温度データロガー-TR-71Ui (T&D 社) にて測定
- 注 2) アンケート調査の「いつも何時頃、就寝/起床しますか?」という設問の結果を基に夜間の時間帯を設定
- 注 3) 1 時間間隔のデータは前後の値を線形補間し、30 分間隔としている
- 注 4) ①カフ加圧時には測定側上腕を安静に保つ ②カフ加圧時に上腕痛、しびれ感が有る場合は測定を中止する ③カフ装着後、必ず測定を行い体験させる ④自動車の運転などの危険を伴う操作を行う場合は測定しない
- 注 5) BMI は Body Mass Index の略称であり、 $[BMI = \text{体重}[\text{kg}] \div (\text{身長}[\text{m}])^2]$ により算出される。18.5 未満が「低体重」、18.5 以上 25.0 未満が「標準」、25.0 以上が「肥満」に分類される
- 注 6) 本稿では、結果を平均±標準誤差で示す
- 注 7) 同一対象者の室温最高日と最低日の比較であるため、2群の比較では「対応のあるサンプルの t 検定」を実施した。本稿においては、室温最低日と最高日の血圧値の差を各被験者について計算し、その平均値が 0 と異なるか、という検定を行っている
- 注 8) 対象者により寝室室温の最高日と最低日は異なる
- 注 9) 時点毎に室温最高日と最低日の群間比較を実施

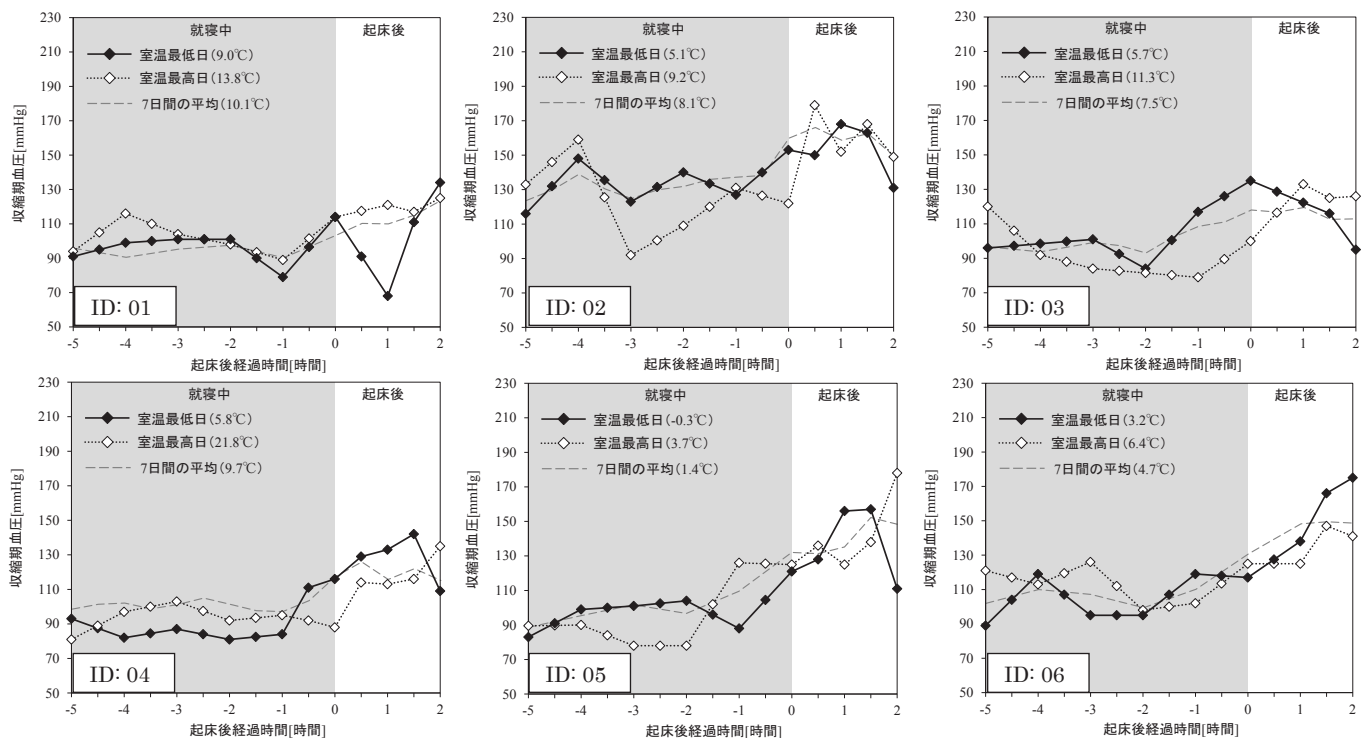


図 11 起床前後の血圧推移 (各対象者の起床時の寝室の室温最高日と最低日の比較, ID01~06)

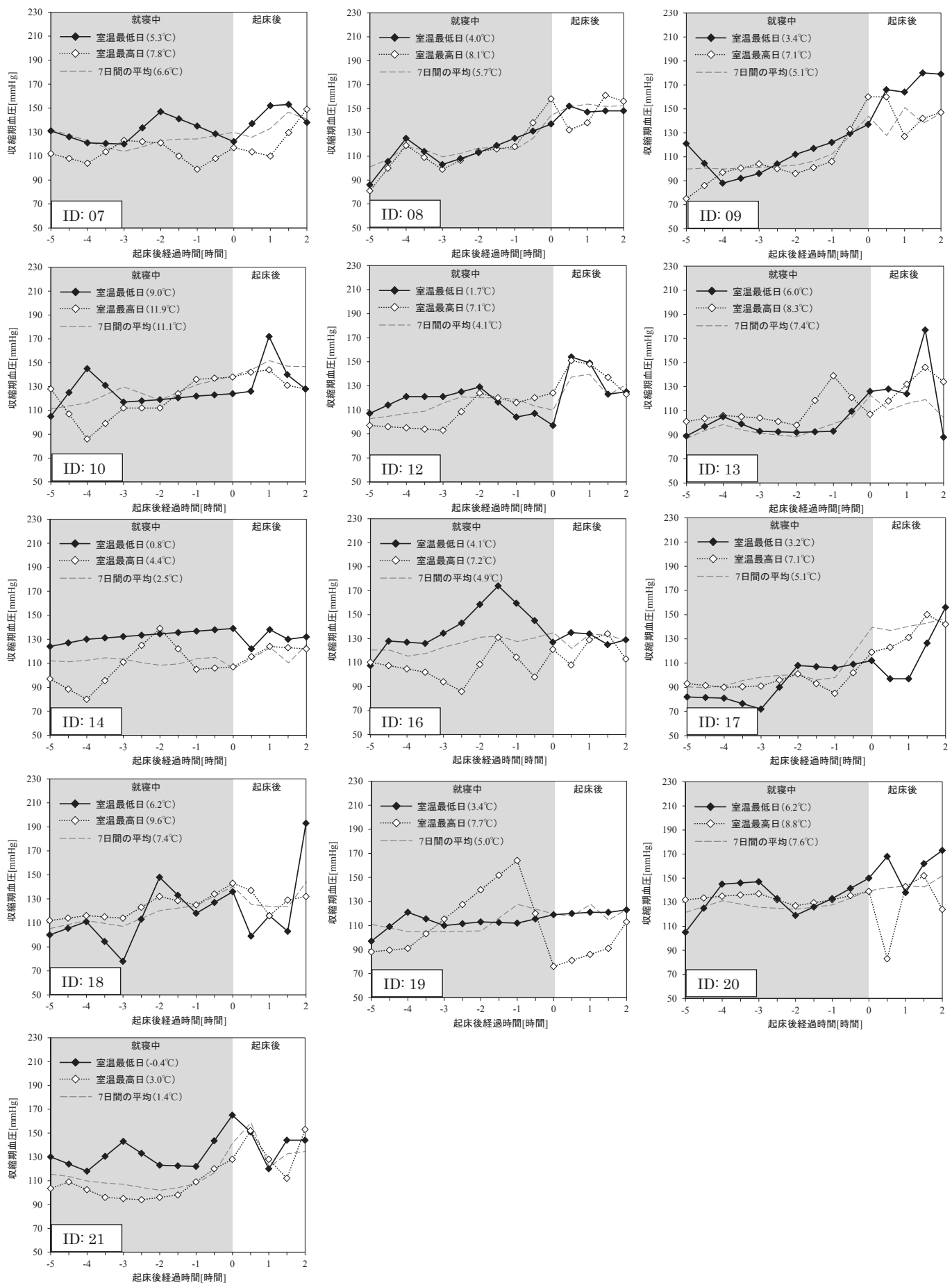


図 11 起床前後の血圧推移 (各対象者の起床時の寝室の室温最高日と最低日の比較, ID07~21, 前述のID11, 15を除く)

IMPACTS OF BEDROOM TEMPERATURE ON BLOOD PRESSURE VARIABILITY IN THE EARLY MORNING, BASED ON AMBULATORY BLOOD PRESSURE MONITORING

Wataru UMISHIO *, *Toshiharu IKAGA* **, *Kuniaki OTSUKA* ***
and Shintaro ANDO ****

* Kajima Corporation, M. Eng.

(Grad. Stud., Graduate School of Science and Technology, Keio Univ.)

** Prof., Faculty of Science and Technology, Keio Univ., Dr. Eng.

*** Prof. Emeritus, Tokyo Women's Medical Univ., M.D.

**** Lect., Faculty of Environmental Engineering, The Univ. of Kitakyushu, Dr. Eng.

Hypertension has become a serious problem in Japan, affecting one-third of the population. The Japanese government has set guidelines aimed at improving hypertension (e.g., “The first term of the National Health Promotion Movement in the Twenty-First Century” (Healthy Japan 21 (first term))). However, the improvement goal for hypertension, namely, a reduction in average systolic blood pressure by 4.2 mmHg, has remained unachieved for over a decade. This suggests a limit to the degree that hypertension can be prevented through lifestyle modification alone. Therefore, providing a healthy residential environment that is not affected by behavior changes is needed for health maintenance and promotion.

Against this background, the effects of the indoor thermal environment on blood pressure have attracted attention. It has been noted that blood pressure variability, particularly morning blood pressure surge, is affected by the indoor thermal environment. However, studies on these effects are insufficient. The purpose of this study was therefore to clarify how temperature in various rooms and at various times affects morning blood pressure surge, and to quantify effects of room temperature on blood pressure changes before and after getting out of bed.

A field survey on ambulatory blood pressure and indoor temperature was conducted in a hilly and mountainous area in Japan in winter month 2012. Ambulatory blood pressure was measured at 30-min intervals from 7 am to 10 pm and at 60-min intervals from 10 pm to 7 am for 7 days, in accordance with the “Guidelines for the clinical use of ambulatory blood pressure monitoring” of the Japanese Circulation Society, the Japanese Society of Hypertension, and the Japanese College of Cardiology. Indoor temperature at 1.1 m above the floor was measured in the living room, bedroom, bathroom, and outdoors at 10-min intervals. Additionally, a questionnaire on personal factors and housing was carried out. Details of the field survey are given in Section 2.

Participants in this study were 21 older adults (mean age 68 years (54–74 years)) with average build. As shown in Fig. 5, on the date when bedroom temperature was lowest (lowest day), morning blood pressure surge was larger by 8.1 mmHg than on the date when bedroom temperature was highest (highest day, $p < 0.05$). This tendency was not observed for living room temperature or outdoor temperature. In addition, bedroom temperature at the time of getting out of bed, not mean temperature while sleeping or 2 h before or after getting out of bed, affects morning blood pressure surge ($p < 0.05$) (Fig. 6).

Also, as shown from Fig. 10, the blood pressure gap between the lowest day and the highest day is larger after getting out of bed than before. This is likely because residents were covered by a blanket before getting out of bed, but were exposed to the colder environment after removing the blanket and getting out of bed.

Older adults at high risk of cardiovascular events should maintain a bedroom temperature within an appropriate range at the time of waking. These findings may have important implications for managing hypertension and preventing cardiovascular events.

(2014年10月9日原稿受理, 2015年7月13日採用決定)