

## 運動時における高齢者の熱中症症状の発症と住環境との関係

### Relation between living environment and occurrence of heat stroke symptoms of the aged during exercise

工学研究科都市系専攻 建築環境工学分野 徳田将人

高齢者の熱中症発症や節電熱中症が問題になるなか、住環境に着目して高齢者の運動時の熱中症発症について分析した結果、1) 後期高齢者は暑さの感覚から発症可能性を判断できない、2) 集合住宅居住が発症と関係、3) 発症には断熱より日射遮蔽が関係、4) 日射の熱でなくまぶしさが発症と関係、5) 後期高齢者は暑いと感じても冷房より通風を使い、冷房を使う場合でも使用時間を減らし設定温度を上げる、6) 冷房使用時間を減らしても発症しない、等を明らかにした。

1) This study analyzed the onset of heat stroke in elderly people during gateball, particularly addressing current situations of living, with heat stroke in housing is a problem in the elderly, and has become a social problem also heat stroke power saving. Results clarified the following: 1) It is difficult for elderly people to determine the likelihood of the onset of heat stroke from heat sensations. 2) The onset of heat stroke is related more to solar radiation shielding than adiabatic conditions. 3) Reducing the onset of cooling can be used to reduce the incidence of heat stroke, but it might engender the raising of the temperature of the cooling in a power-saving setting. 4) Proper use of air conditioning and windows that open frequently can prevent the onset of heat stroke.

#### 1. はじめに

近年、熱中症が増加傾向にあることが消防庁や国立環境研究所のデータにより明らかとなっている。既往研究<sup>文1) 文2)</sup>では、これまで大学の運動部員を対象に温熱環境に関するアンケート調査が行われた。その結果、冷房使用頻度の高い人のほうが熱中症の症状が多く見られた。また、寒がり・冷え性の方は熱中症を気にしており、暑がり・汗かきの方にはこの傾向がなかった。

そこで本報では、高齢者に着目し、運動時における高齢者の熱中症症状と住環境や住まい方との関係を明らかにする。単に日常生活における熱中症の発症を調査するのではなく、屋外における運動時という温熱環境が厳しく熱中症が発症しやすい状況を対象とする。

熱中症の実態として図1に平成19年から平成24年までの熱中症による搬送者数と死亡者数を示す<sup>文3)</sup>。図1の全国の搬送者数から、高齢者の割合は平成20年から平成24年までほぼ4割である。運動としては、ゲートボール活動者の割合は高齢者が61.63%を占め、他のスポーツと比較すると高齢者の活動人数が最も多いスポーツであることから、ゲートボール活動を対象とする。

本報の目的は、高齢者の対象者属性・体質・習慣・住戸属性・住環境評価・通風利用・扇風機使用・冷房使用・環境意識・夏の暑さ対策・省エネルギー行為・

運動内容・運動時の温熱感覚・運動時の摂取と排泄・運動前後の体調・運動習慣と熱中症症状との関係を明らかにすることである。

#### 2. 調査方法

アンケート調査は2011年と2012年の夏季にゲートボールの大会会場と関西にあるゲートボール関連団体を通じて配布した。アンケートは、1) ゲートボール活動の運動内容・運動時の温熱感覚・運動時の摂取と排泄・運動前後の体調・運動習慣と熱中症症状、2) 対象者属性・体質・習慣・住戸属性・住環境評価・通風利用・扇風機使用・冷房使用・環境意識・夏の暑さ対策・省エネルギー行為に関するアンケートの2部である。アンケート質問項目とカテゴリー数を表2に示す。2011年は227通、2012年は186通回収し、計413通を回収した。

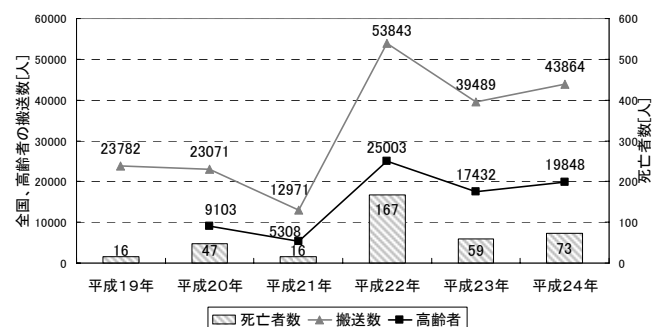


図1 熱中症による搬送者数と死亡者数

表2 アンケート質問項目とカテゴリー数

項目	質問内容(カテゴリー数)
対象者属性	年齢、性別(2)、職業(4)、住所、出身地(3)
体質	暑がりかどうか(3)、寒がりかどうか(3)、冷え性かどうか(3)、風邪のひきやすさ(3)、汗かきかどうか(3)、体力への自信(3)
習慣	持病(7)、飲酒習慣(3)、喫煙習慣(3)、平日の在宅状況(2)
住戸属性	住戸の居住年数、築年数、住居人数、集合形態(4)、所有形態(2)、住まい階数、住戸面積、敷地面積、間取り、居間の窓方位(4)、窓の日よけ方法(7)、オール電化かどうか(2)
住環境評価	風通し(4)、日当たり(3)、眺め(3)、外気の綺麗さ(3)、窓や壁の結露(3)、湿気や臭いのこもりやすさ(3)、窓や壁のカビ(3)、虫の発生しやすさ(3)、冷房の効きやすさ(3)、暖房の効きやすさ(3)、すきま風を感じるか(3)、窓からの日差のまぶしさ(3)、日射熱は煩わしいか(3)、騒音の有無(3)、外からの視線(3)、防犯意識(3)、住戸内の夏の暑さ(3)、自宅の全般的満足度(5)
通風利用	起きている時の窓の開閉状況(3)、就寝時の窓の開閉状況(3)、玄関の開閉状況(3)
扇風機の使用程度	使用台数、使用頻度(5)、使用しない理由(10)
冷房の使用状況	使用台数、使用頻度(5)、冷房の性能の満足度(6)、冷房の性能に不満の理由(14)、冷房期の電気代意識(4)、冷房設定温度、就寝時の冷房使用状況(4)、タイマーの使用(3)、冷房使用についての考え方(3)
エネルギー使用量	5月、8月の電気料金、電気使用量
環境への意識	17項目4段階評価
夏の暑さ対策	11項目4段階評価
夏の住まい方の工夫	10項目4段階評価
この夏の省エネの意識変化	冷房の設定温度を上げる(4)、冷房の使用時間を減らす(4)、エアコンを省エネ型に買い換える(4)、扇風機をよく使用する(4)、通風をよく利用する(4)、コンセントをこまめに抜く(4)、照明の省エネに気を配る(4)、冷蔵庫の省エネに気を配る(4)、テレビの省エネに気を配る(4)、お湯をなるべく使わない(4)、すだれやよしずで日差しを遮る(4)、ゴーヤなどの「緑のカーテン」を育てる(4)
運動内容	運動内容と時間、活動日と時間帯、休憩場所(2)、休憩時間
運動時の温冷感	運動中に感じた暑さ(7)、暑さへの我慢(2)、暑さに関する快適さ(4)、日差を感じたか(4)、風を感じたか(4)、運動中の服装(17)
摂取と排泄	汗の量(2)、汗による下着の濡れ具合(4)、飲んだ物とその量(種類、ml)、食べた物とその量(種類、個数)、トイレの回数
体調	運動前の体調(5)、運動後の疲労感(4)、運動後の体調(6)、ここ1週間の睡眠(3)、ここ1週間の食事(4)
運動歴	ここ1週間のゲートボール活動日数、ゲートボールをする理由(8)、ゲートボール活動歴、ゲートボールの顕著な成績、ゲートボール以外にしているスポーツ、ゲートボール以外の活動歴、ゲートボール以外の顕著な成績
熱中症	熱中症に気づいているか(4)、熱中症になった人を知っているか(4)

3. 集計結果

アンケートは2年分の合計で413通回収した。しかし、本研究では温熱環境が厳しく熱中症が発症しやすい状況(7月から9月)を対象としているため、10月に活動した内容のアンケートは除いて合計353通のデータを用いて分析を行う。調査対象者353人のうち、前期高齢者(以降前期)148人、後期高齢者(以降後期)168人である。

3.1 対象者属性

対象者属性の主な集計結果を図3.1.1から図3.1.2に示す。前期、後期では、体質や習慣に差はない。

3.2 住環境や住まい方

住環境や温熱環境調節行為の主な集計結果を図3.2.1から図3.2.4に示す。自宅の夏の暑さが、後期の方が暑いと感じる割合が低い。冷房使用頻度が、前期の方が「よく使う」割合が高く、「たまに使う」割合は小さい。その他の項目に前期、後期の差はない。

3.3 省エネルギー行為

省エネルギー行為の主な集計結果を図3.3に示す。「通風をよく利用するようになった」が、後期の方が「当てはまる」割合が高い傾向にある。その他の項目に前期、後期の差はない。

3.4 熱中症予防意識と熱中症症状発症の実態

熱中症予防意識と熱中症症状発症の実態の集計結果を図3.4.1から図3.4.2に示す。約8割が熱中症に気を

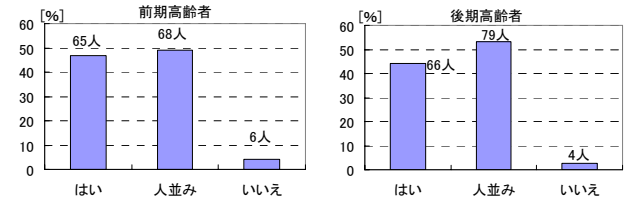


図 3.1.1 暑がり

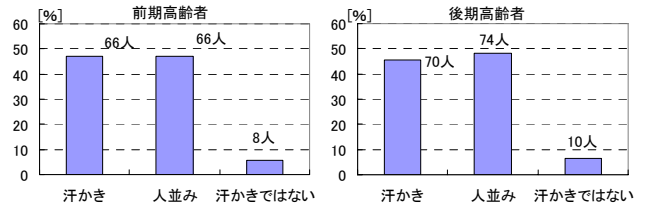


図 3.1.2 汗かき

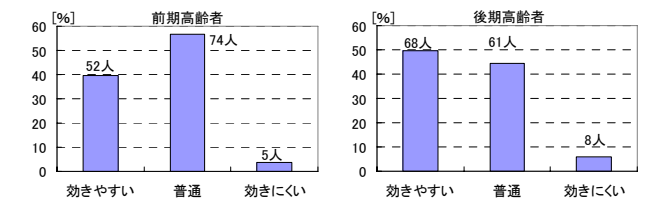


図 3.2.1 自宅の冷房

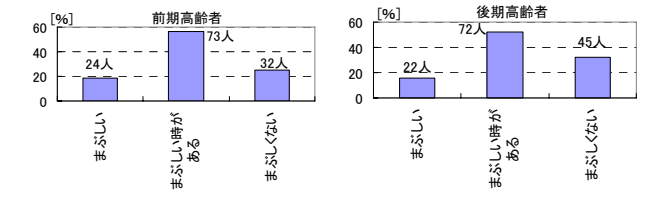


図 3.2.2 自宅の日差し

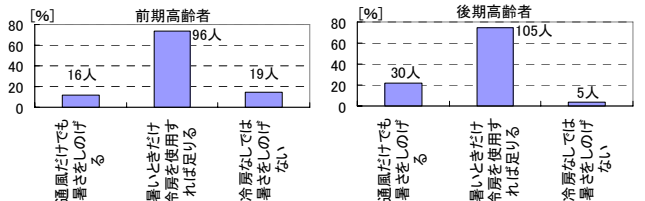


図 3.2.3 自宅の夏の暑さ

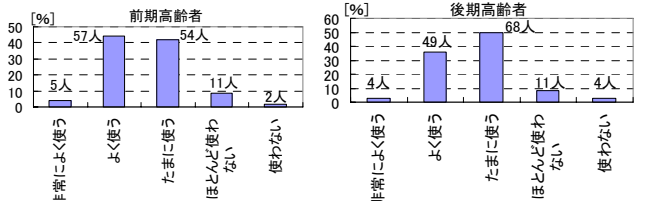


図 3.2.4 冷房使用頻度

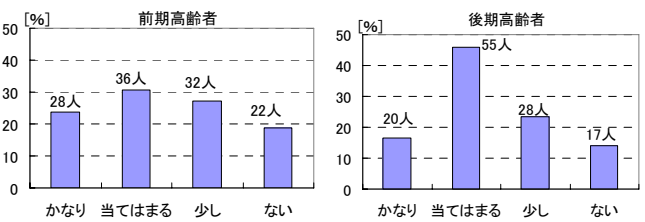


図 3.3 「通風をよく利用するようになった」

つけ、約4分の1が周囲に熱中症になった人を知っている。身近な周囲の人が発症していることから、熱中症への意識が高まっているといえる。熱中症症状は「のどがカラカラ」「汗が止まらない」の2項目とも20%以上が熱中症の兆候といえる症状を発症している。その他はほぼ0%であった。前期と後期を比較すると、熱中症意識に差はなく熱中症症状の発症にも差はない。

### 3.5 温熱環境評価

運動時の温熱環境評価の主な集計結果を図 3.5.1 から図 3.5.2 に示す。運動中の温冷感は、「非常に暑い」と「暑い」の合計が前期で 84.13%、後期で 84.30%、熱的快適感は、「不快」と「非常に不快」の合計が前期で 39.31%、後期で 29.41%であり、運動中の熱的許容度は、我慢できないが前期で 4.83%、後期で 4.19%でほとんどない。多くの人が暑いと感じているが、我慢できる環境であったといえる。前期と後期を比較すると、運動中に感じた温冷感、快適感、許容度、汗の量など運動中の温熱環境評価に差はない。

### 3.6 運動時の温熱環境

アンケート調査に加えて、大会会場に WBGT 計を設置し物理環境を測定している。また、実測していない日の WBGT は気象台データから以下の式 (1) から (4) より推定している<sup>文4) 文5)</sup>。

$$WBGT = 0.7 t_{nw} + 0.2 t_g + 0.1 t_a \quad \dots (1)$$

$t_{nw}$  : 湿球温度 (°C)  $t_g$  : 黒球温度 (°C)  $t_a$  : 乾球温度 (°C)

$$t_g = t_a + 12.1 + 0.0067S - 2.40U^{1/2} \quad (S > 400) \quad \dots (2)$$

$$t_g = t_a - 0.3 + 0.0256S - 0.18U^{1/2} \quad (S \leq 400) \quad \dots (3)$$

$S$  : 全天日射量 (W/m<sup>2</sup>)  $U$  : 風速 (m/s)

$$S = S_0 (0.244 + 0.511N/N_0) \quad \dots (4)$$

$S_0$  : 大気上端日射量 (=1370W/m<sup>2</sup>)  $N$  : 日照時間  $N_0$  : 可照時間

活動月別の全日程の WBGT の分布を表 3 に示す。運動の「厳重注意」<sup>文6)</sup>である WBGT29°C前後が多い。

## 4. 熱中症症状に関係する要因

表 4 に対象者全体のアンケート項目間の関係を示す。表中の数字は一様性検定の有意水準%を表し、黒丸(●)は列の側の項目と黒丸がある側の項目に関係があることを示す。

対象者全体で見ると、熱中症発症は女性、暑がり、汗かき、睡眠不十分、食事不十分、集合住宅、自宅の夏の暑さは冷房を使用しないとしのげない、冷房使用の考え「冷房を使うようにしている」と関係がある。

## 5. 前期高齢者と後期高齢者の比較

### 5.1 運動中の温熱感覚と発症

温熱感覚と発症との関係(図 5.1.1)は、発症とは前期では温冷感で1%、快適感で1%、後期では温冷感で10%、快適感で1%である。後期の方が温冷感と発症の関係が弱いといえる。

前期・後期別の快適感と温冷感の関係を二次回帰す

ると、R<sup>2</sup>値は前期高齢者0.35、後期高齢者0.16であり、前期より後期の方が勾配が緩やかである(図 5.1.2)。後期では熱的不快と暑さが我慢できるとの関係が弱く、日射し感と発症の関係もない。但し日射し感と汗の関係は、前期でないのに対し後期は1%と強い。

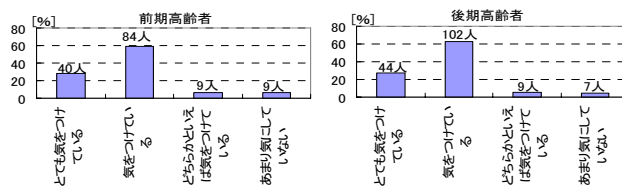


図 3.4.1 熱中症意識

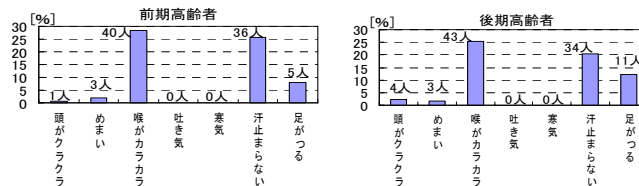


図 3.4.2 熱中症症状の有無

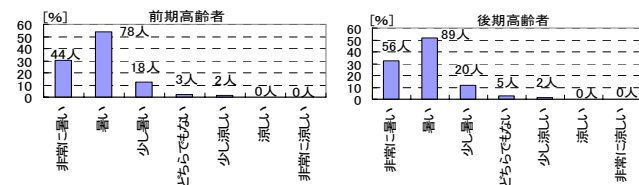


図 3.5.1 運動中の温冷感

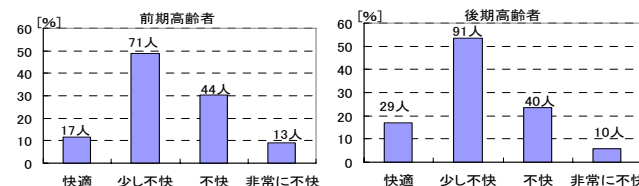


図 3.5.2 運動中の快適感

表 3 WBGT の活動月別の分布

[日数]	17°C	18°C	19°C	20°C	21°C	22°C	23°C	24°C	25°C	26°C	27°C	28°C	29°C	30°C
7月	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	18	1	106	0
8月	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	7	31	18	28
9月	1	1	1	2	3	2	1	2	7	1	10	13	35	48

表 4 熱中症症状との関係 (対象者全体)

	N	運動前の体調	運動中の暑さ	運動中の暑さへの我慢	運動中の汗	運動後の疲れ	熱中症症状あり	N
年齢		高齢	-	-	●	●	-	若年
性別	181	男性	●	10	-	●	-	女性
暑がり	152	暑がり	-	●	2	-	●	暑がらない
汗かき	153	汗かき	-	-	●	10	-	汗をかかない
睡眠	246	とっぴる	●	5	●	●	-	とれてよい
食事	285	とっぴる	●	10	-	●	-	とれてよい
熱中症意識	91	気をつけている	●	1	-	●	-	気づいていない
宿舎の熱中症	78	知っている	-	-	-	●	●	知らない
集合形態	223	一戸建	-	●	●	●	-	集合住宅
風通し	194	よい	-	-	-	●	-	悪い
外気	112	綺麗	-	●	●	-	●	汚れている
冷房	136	効きやすい	●	10	-	-	-	効きにくい
暖房	114	効きやすい	●	10	-	●	-	効きにくい
日射熱	235	嫌わしい	-	●	10	-	●	嫌わしくない
日射し	213	まぶしい	-	●	2	-	●	まぶしくない
自宅の夏の暑さ	49	通風がよければいい	-	●	●	●	-	冷房を使用
扇風機の使用頻度	225	よく使う	-	-	●	●	-	使わない
冷房の使用頻度	135	よく使う	-	-	-	●	-	使わない
冷房使用についての考え	203	使わないように	-	-	-	-	●	使うように
窓の開放	228	開けると多い	-	-	-	●	-	閉めることが多い
冷房の設定温度を上げた	152		-	-	-	-	-	
冷房の使用頻度を減らした	168	当てはまる	-	-	-	-	-	当てはまらない
通風をよく利用するようになった	155		●	-	-	●	-	

後期では前期に比べて温冷感と発症の関係が弱く、温冷感と熱的快適感との関係も弱いことから、後期高齢者は暑さの感覚をもとに発症を判断することが難しくなっている可能性がある。

### 5.2 体質および体調と発症 (図 5.2)

「暑がり」「汗かき」と発症は前期で 1%、2%であるのに対し、後期では 2%、5%である。これら以外の体質は、発症とは関係がなかった。

発症と「睡眠不十分」は前期、後期とも 1%であるが「食事不十分」は前期 10%、後期 2%である。睡眠や食事の摂取状況は前期、後期ともに発症に関係するが、特に後期で関係が強いといえる。

### 5.3 住環境と熱中症発症 (図 5.3.3)

集合住宅と発症は前期で 1%、後期で 10%である。前期では「日射しがまぶしい」と発症が 2%であるが、後期では関係がない。集合住宅居住者に限定して、日射熱の煩わしさと日射しのまぶしさの各評価段階における発症率を前期、後期別にみると (図 5.3.1、図 5.3.2)、前期では「日射しがまぶしい」で発症率が高いのに対し、後期では日射しのまぶしさと発症率は関係がない。日射熱が煩わしいと発症は前期・後期とも関係がない。

前期では「日射しがまぶしい」と「自宅の夏の暑さは冷房を使用しないとしのげない」が 2%であるのに対し、後期では関係がない。前期では「冷房を使用しないとしのげない」と発症が関係がないのに対し、後期では 5%である。

前期では「日射しがまぶしい」と冷房使用が 10%であるのに対し、後期では扇風機使用と 10%である。前期では「日射熱煩わしい」と冷房使用が 10%であるのに対し、後期では関係がない。前期では集合住宅居住と窓開放は関係がないのに対し、後期では集合住宅居住と窓開放は 10%である。すなわち、弱い関係ではあるが、前期では「日射しがまぶしい」「日射熱が煩わしい」と冷房を使用するのに対し、後期では「日射しがまぶしい」と扇風機を使用する、また、集合住宅に居住する後期高齢者は窓を開けるといえる。このように住環境と温熱環境調節の関係が前期と後期で異なる。

「日射しがまぶしい」と発症は前期では 2%で関係がある。一方、「日射熱が煩わしい」と「日射しがまぶしい」は前期、後期ともに 1%で関係があり、日射熱と日射しの出現頻度は前期と後期で同じであるにも関わらず、「日射熱が煩わしい」と発症は前期、後期とも関係がない。日射の熱ではなくまぶしさが熱中症発症と関係があることになる。また、前期、後期ともに、冷房や暖房の効きやすさと発症とは関係がない。冷暖房の効きやすさが住宅の断熱性能と関連するものとするれば、断熱性能は熱中症発症と関係がないといえる。

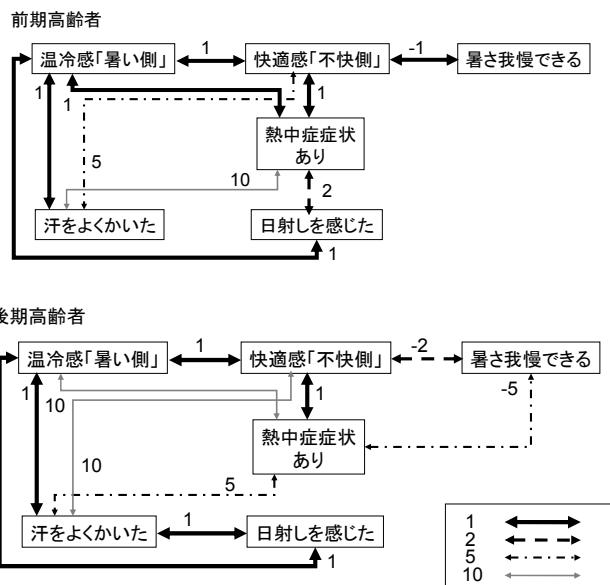


図 5.1.1 運動中の温熱感覚と熱中症症状

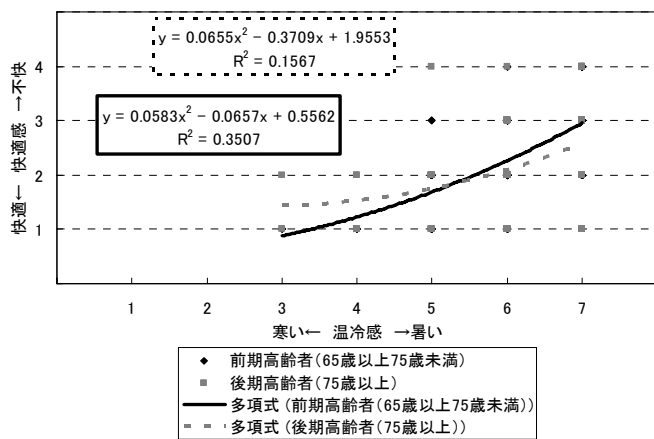


図 5.1.2 年齢階級別の快適感と温冷感

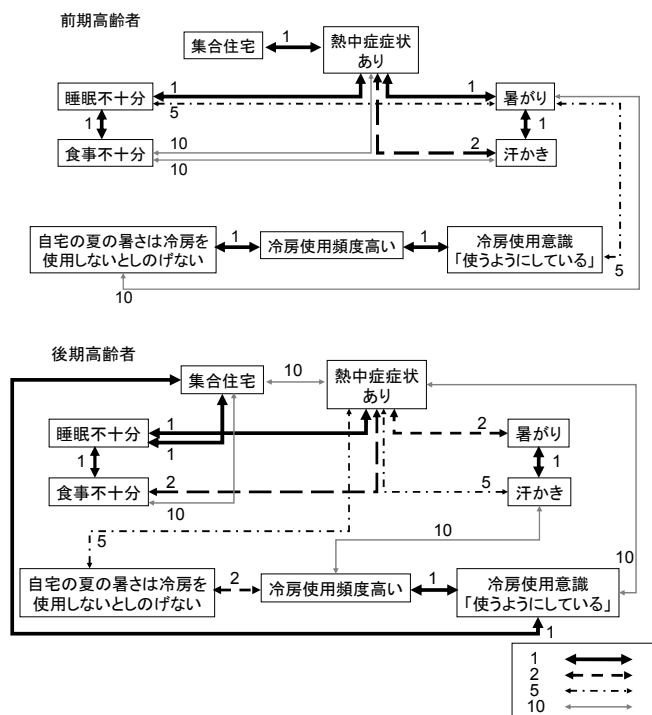


図 5.2 体質および習慣と熱中症症状

この結果は、日射遮蔽が適切でない場合、夏季に壁や屋根等からの熱貫流で侵入する熱よりも、窓を透過して侵入する日射熱の方がはるかに大きい事実とも一致する。熱中症発症においても、断熱よりも日射遮蔽のほうが重要であることを示している。

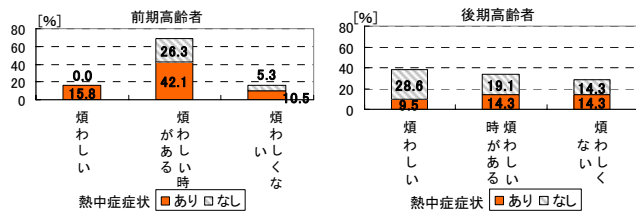


図 5.3.1 自宅の日射熱と発症率 (集合住宅居住者のみ)

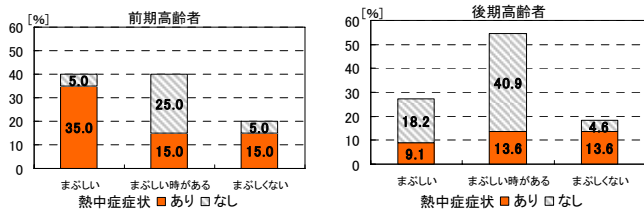


図 5.3.2 自宅の日射しと発症率 (集合住宅居住者のみ)

#### 5.4 温熱環境調節行為と熱中症発症 (図 5.4)

図の「冷房設定温度を上げた」「冷房の使用時間を減らした」「通風を利用するようになった」は、震災後の省エネルギー行為の変化を表す。

冷房使用頻度、窓開放頻度、扇風機使用頻度は発症と関係がない。また、「冷房設定温度を上げた」「冷房の使用時間を減らした」「通風を利用するようになった」も、発症とは関係がない(前期の「上げた」が10%であることを除いて)。

「自宅の夏の暑さは冷房を使用しないとしのげない」は、冷房使用と前期では1%であるのに対し後期では2%、「通風を利用するようになった」と前期では2%であるのに対し後期では1%である。また後期では「冷房を使用しないとしのげない」と「冷房の使用時間を減らした」が5%、「冷房設定温度を上げた」が10%で関係があるが前期ではこれらには関係はない。また、後期では「冷房を使用しないとしのげない」と発症が5%で関係があるが前期では関係はない。すなわち後期では自宅の暑さが冷房を使用しないとしのげないと感じても、冷房より通風で暑さをしのぎとしており、冷房を使用する場合でも使用時間を減らしたり設定温度を上げたりしている。そして後期では「冷房を使用しないとしのげない」と発症が関係する。後期と前期の冷房の使い方には違いがあり、この違いは発症に関係しているといえる。

「冷房設定温度を上げた」「冷房の使用時間を減らした」と発症との関係については、「上げた」は前期で発症と10%で関係があるが、「減らした」は前期、後期ともに発症と関係がない。震災後の節電で冷房の使用

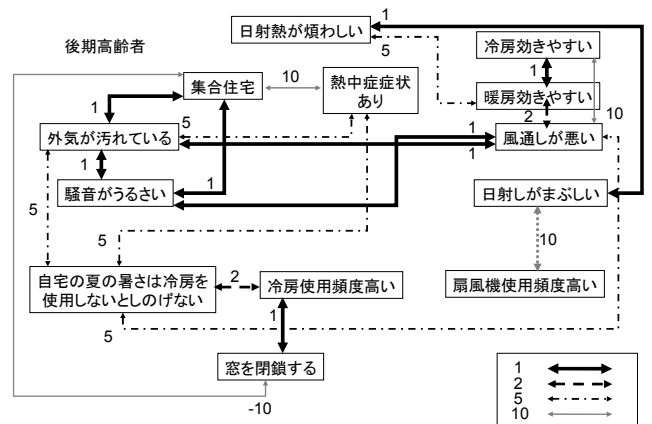
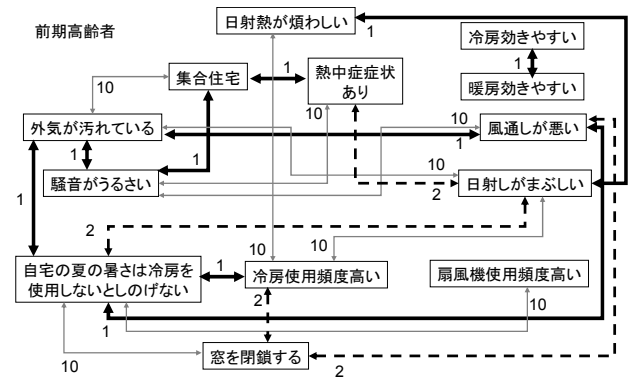


図 5.3.3 住環境と熱中症症状

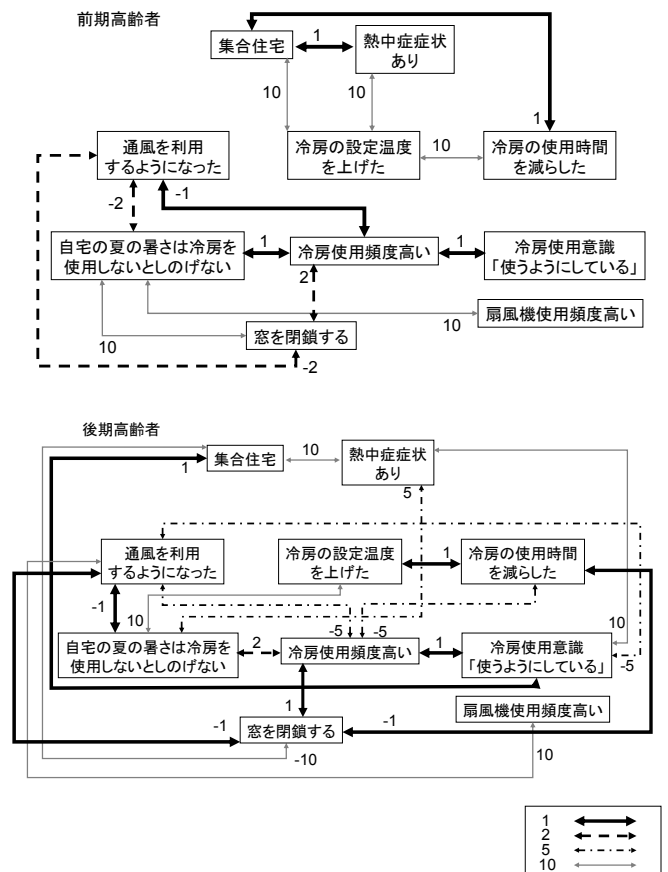


図 5.4 温熱環境調節行為と熱中症症状



を控える場合、設定温度を上げることは熱中症発症につながる場合があるが、使用時間を減らしても発症にはつながらないといえる。

### 5.5 発症者における要因の相互関係 (図 5.5)

熱中症症状発症者に限定して、体質、体調、意識、習慣、住環境、温熱環境調節に関する発症要因の相互関係を前期、後期別に考察する。

「日射しがまぶしい」は、前期の発症者では、冷房使用と 10%、扇風機使用と 10% (少ない) で関係があるのに対し、後期の発症者では、扇風機使用と 10% (多い) で関係がある。すなわち日射しがまぶしいと前期の発症者は扇風機を使わず冷房を使うのに対し、後期の発症者は扇風機を使う。

発症者に限定すると、冷房使用と窓閉鎖は前期で関係がなく、後期で 5% で関係があるのに対し、図 5.4 (図 5.3) に示すように前期の全回答者、後期の全回答者では冷房使用と窓閉鎖は、ともに 1% で関係がある。前期、後期とも、冷房と窓の開放のこまめな使い分けができていないことが発症につながっている可能性がある。

発症者は「自宅の夏の暑さは冷房を使用しないとしのげない」と冷房使用とが前期で 10%、後期で 5% であるのに対し、前期の全回答者、後期の全回答者ともに 2% である。「冷房なしではしのげない」と感じて冷房を使用しないことが発症につながっている可能性がある。一方で、図 5.4 (図 5.2) に示すように後期では冷房使用に対する考え方として、「冷房をなるべく使わないようにしている」と発症が 10% で逆の関係がある。後期では「冷房をなるべく使いたくない」と考えるほうが発症しない。すなわち、5.1 で述べたように後期が前期に比べて温熱感覚が鈍いことを留意したとしても、冷房を使いたくないと考えている後期高齢者に対して冷房使用を勧めることが熱中症の予防につながるかどうかについては、疑問が残る。

## 6. 結論

運動時における高齢者の熱中症発症と住環境との関係について、関西に居住するゲートボールクラブ会員を対象として調査をおこない、以下を明らかにした。  
 1) 後期高齢者は暑さの感覚から発症の可能性を判断することが難しい、2) 集合住宅居住が発症と関係する、3) 日射の熱の煩わしさではなくまぶしさが発症と関係する、4) 発症には、断熱よりも日射遮蔽が関係する、5) 前期高齢者と後期高齢者で冷房の使い方に違いがあり、発症にも関係している。後期高齢者は自宅の暑さが冷房を使用しないとしのげないと感じても、冷房より通風を使い、冷房を使う場合でも使用時間を減らし設定温度を上げる、6) 節電で冷房の設定温度を上げると発症につながる場合があるが、使用時間を減らし

ても発症にはつながらない、7) 冷房と窓の開放のこまめな使い分けが発症の予防につながることを明らかにした。8) 冷房を使いたくないと考えている後期高齢者に冷房使用を勧めることが発症予防につながるかどうかは今後の課題である。

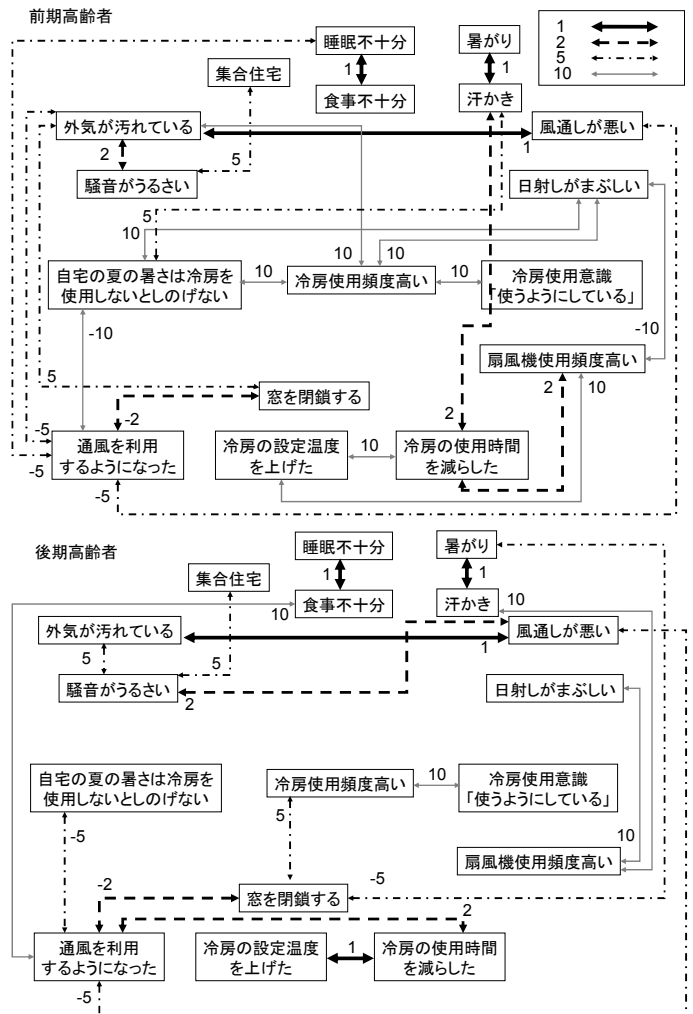


図 5.5 熱中症症状が見られた人の体質および習慣、住環境、省エネルギー行為に関する項目間の関係

謝辞 調査に協力頂いたゲートボール団体関係各位に謝意を表する。

### 参考文献

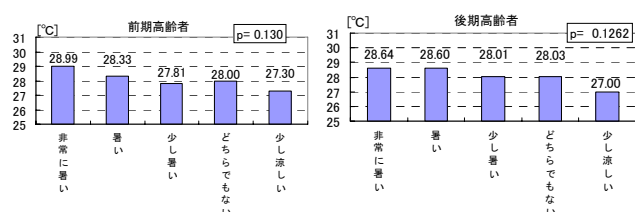
1) 寺垣内梓ほか：空衛・近・論文集，38，163-166，2009。 2) 梅宮典子：スポーツ活動中の飲水量と熱中症発症，日本生気象学会誌，第 48 巻 3 号，S74，2011 年。 3) 消防庁 HP：熱中症による救急搬送の状況、平成 19,20,21,22,23,24 年 7,8,9。 4) 登内道彦・村上貞司：熱中症危険度の地域特性と HWDI、日本生気象学会雑誌 (45)，S62，2008。 5) 近藤純正・徐健青：中国北西部における積雪の裸地面熱・水収支に及ぼす影響、雪氷 58.303-316，1996。 6) 日本体育協会編，スポーツ活動中の熱中症予防ガイドブック。 7) 日本生気象学会，「日常生活における熱中症予防指針」Ver.3。 8) 総務省 統計局：平成 23 年社会生活基本調査，生活行動編 (全国)，スポーツ活動。 9) 中井誠一：熱中症予防対策の歴史，日本生気象学会雑誌，48 (1)，9-14，2011。 10) 柴田ほか：住宅内の熱中症に対する高齢者の認知度と暑熱対策の実態，日本生気象学会雑誌，47 (2)，119-129，2010。

## 討 議 等

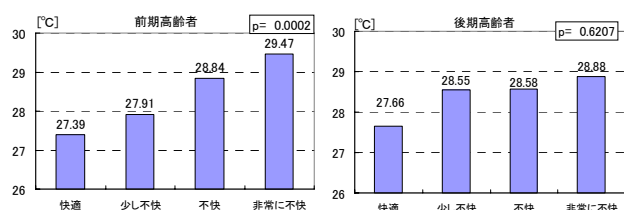
### ◆討議 [ 徳尾野先生 ]

本研究において高齢者の温熱感覚はどの程度信用できると考えているのか？

◆回答：本研究の目的は、高齢者の日常生活や運動時の温熱感覚の実態を把握することです。温熱感覚が実際の居住温熱環境とどの程度一致しているかは別の課題であると考えています。しかし付図1から付図3に示すように、運動中の温冷感・快適感・熱中症症状とその時の WBGT の平均値の関係では、WBGT 値が高くなると温冷感は暑い側、不快感は不快側、熱中症症状は「症状あり」の割合が高くなる傾向が明確に認められます。



付図1 運動中の温冷感と WBGT の平均値



付図2 運動中の不快感と WBGT の平均値

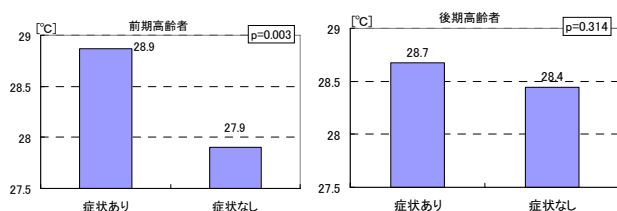


図3 熱中症症状と WBGT の平均値

### ◆討議 [ 徳尾野先生 ]

高齢者の熱中症の約 50%が自宅で発症しているということであるが、なぜ本研究ではゲートボール活動を対象としているのか？ゲートボール活動をしている人と実際に熱中症を発症している独居老人やサポートを必要としている人は異なるのではないのか？ゲートボールクラブでは熱中症意識が高く、十分に警戒しているのではないのか？

◆回答：高齢者の熱中症の約 50%が住宅で発症していることから建築環境工学の分野からの研究が必要とされています。しかし、発生した住宅の温熱環境のデータを取得することは極めて難しい現状です。研究方法としては、例えば、有料老人ホームやグループホームで測定することが挙げられますが、許可が得にくく、もし取得できたとしても施設側は営利上やプライバシーの観点からデータを公表することに対して強い抵抗があると聞いています。次に、高齢者に小型温湿度データロガーのセンサーを配布して実測データを収集する方法も考えられますが、本調査のような数百人規模での配布は現実的ではありません。また、保健所から死因診断書のデータを入手できれば死因の分析が可能かもしれませんが、入手できたとしても高齢者は持病を持っていることが多く、死因が熱中症であると診断されるとは限らない現状があります。また、たとえ熱中症であると診断されても、死亡時間帯の住宅内の温熱環境までは記録されていません。私は高齢者の住環境に関する統計的分析に堪えるまとまったデータを入手するため、単に日常生活における熱中症の発症を調査するのではなく、屋外における運動時という温熱環境が厳しく熱中症が発症しやすい状況を対象とするため、本研究のようなアプローチをとりました。本研究の調査では、対象者の 35.8%が運動中に熱中症の兆候となる症状を発症しているという結果となりました。

### ◆討議 [ 矢持先生 ]

生理的応答を測定しなければ説得力がないのでは？

◆回答：温熱感覚と生理的応答の関係に関しては、すでにスポーツ医学や温熱生理学の分野で詳細になされています(文1) 文2) 文3)。本研究ではそれらの成果を踏まえたうえで、温熱感覚と住環境との関係を調べることが必要であると考えました。また生理的応答については対象者に大量の依頼をすることは調査実行上、実行不可能であると判断しました。それよりも、調査対象

者の標本数を増やして住環境のデータを統計的に分析することにより熱中症にアプローチをはかりたいと考えました。

◆討議 [ 矢持先生 ]

自宅での窓の開閉とゲートボール活動中の熱中症症状は関係ないのではないかと本人の健康度との関係なら分かるが、ゲートボール中との関係は次元が違っているのでは？

◆回答：自宅での温熱環境と発症の関係を直接扱うことができればいいのですが、前述のようにデータを得ることが難しいため、屋外の運動時という日常生活よりも厳しい条件における発症のしやすさが対象者の発症のしやすさを反映するものと仮定したうえで、発症しやすい人の住環境について分析する、という方法を取りました。また、日常生活における冷房使用頻度や窓の開閉頻度により、体が暑さに慣れていない人・慣れていない人で、運動中の温冷感や熱中症症状の発症に差があることは、既往研究で示されています。本研究では、運動時における温冷感と熱中症の発症の関係をみていますが、「自宅の夏の暑さは冷房を使用しないとしのげない」という評価と熱中症発症や、冷房使用への考えとして「冷房を積極的に使うようにしている」という意識と熱中症発症には関係があること ( $p=.013$ ,  $.020$ ) を明らかにしました。運動中の発症のしやすさは自宅での発症のしやすさにもつながるといえます。

◆討議 [ 西岡先生 ]

生理的応答を測ることが必要かどうかを明らかにするべきなのでは？

◆回答：生理的応答のデータがあるにこしたことはありません。しかし、温熱感覚と生理的応答の関係に関してはすでに様々な分野で調査がされていることもあり、本研究では、温熱感覚と住環境との関係に着目して調査を行うことにしました。

◆討議 [ 鍋島先生 ]

結論の3が実際に意味することは何か？高齢者は暑さに鈍感なので、日射しに反応するということか？

◆回答：概要 P4 左 39 行目から 44 行目に記載しているように、自宅の日射しがまぶしいことと熱中症症状

発症は前期では関係があります。一方、「日射熱が煩わしい」と「日射しがまぶしい」は前期・後期ともに関係があり、日射熱と日射しの出現頻度 (図 3.2.4) や日射熱と日射しの関係 (図 4) は前期と後期で大きな差はないにも関わらず、「日射熱が煩わしい」と発症は前期・後期とも関係がありません。図 5.3.1 と図 5.3.2 に示す日射熱と日射しに対する発症率をみても、前期では「日射しがまぶしい」で発症率が高いのに対し、後期では日射しのまぶしさと発症率は関係がなく、「日射熱が煩わしい」と発症は前期・後期とも関係がないことがいえます。

日射熱、日射し、自宅の夏の暑さのうち、前期と後期で差が見られたのは自宅の夏の暑さ ( $p=0.047$ ) で、前期は自宅が暑い傾向にあるが、図 5.3.1 に示すように日射熱を煩わしく感じている割合は低いことから、前期は自宅の暑さが日射熱によるものではないといえます。

また、自宅の夏の暑さの各評価段階における日射熱の煩わしさ、日射しのまぶしさの割合は付図 5 と付図 6 のようになっています。自宅の夏の暑さと日射熱の煩わしさは前期で  $p=0.141$  後期で  $p=0.200$ 、自宅の夏の暑さと日射しのまぶしさは前期で  $p=0.130$  後期で  $p=0.800$  で、有意な差はありません。

まぶしさの感覚の方が熱の煩わしさの感覚よりも日射遮蔽の状況を反映していることは十分想像できることから、日射の熱ではなくまぶしさが熱中症発症と関係するという結果は、妥当であると思われる。

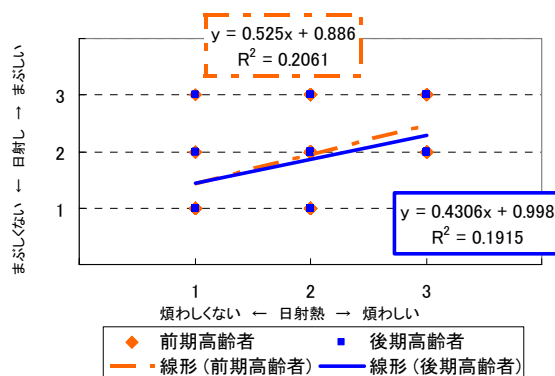


図 4 自宅の日射熱と日射しの関係

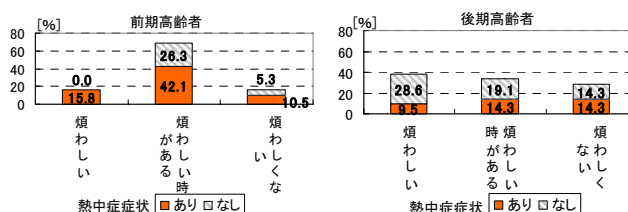


図 5.3.1 自宅の日射熱と発症率



因果関係が関係しているといえるので、概要を P5 左 1 行目から 3 行目のように修正しました。

◆討議 [ 鍋島先生 ]

この研究の新規性は何ですか？

◆回答：熱中症に関してはこれまで、発症の生理的メカニズム、水分収支など予防に関する現場調査、発症と気象条件との関係、スポーツ活動時や労働時の調査研究など、さまざまな分野で研究がなされているが、住環境の観点からの研究はまだ少ないのが現状です。本研究の新規性として、発症と住環境との関係を明らかにしたことが挙げられます。第 1 に、集合住宅居住が発症と関係する。第 2 に、前期高齢者と後期高齢者で冷房の使い方に違いがあり、発症にも関係している。第 3 に、日射の熱の煩わしさではなくまぶしさが発症と関係する。第 4 に、発症には断熱よりも日射遮蔽が関係する。第 5 に、節電で冷房の設定温度を上げると発症につながる場合がある。7) 冷房の使い方と開口部の開閉が発症と関係することを明らかにしました。

本研究の結果をもとに熱中症を予防する上での夏の住まい方の提案ができればと考えています。

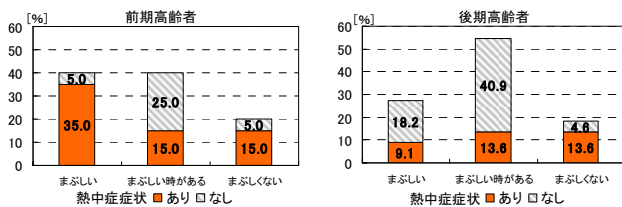


図 5.3.2 自宅の日射しと発症率

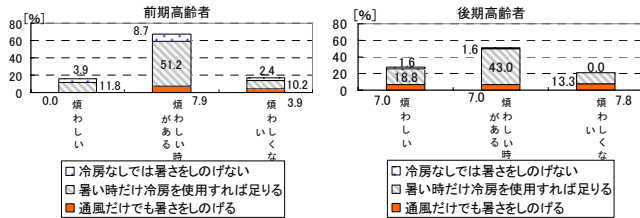


図 5 自宅の夏の暑さと自宅の日射熱

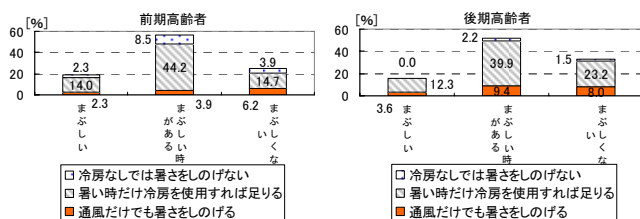


図 6 自宅の夏の暑さと自宅の日射し

◆討議 [ 鍋島先生 ]

結論の 4 の解釈「発症には、断熱よりも日射遮蔽が関係する」は間違っているのではないかと疑問を呈しています。

◆回答：概要の図 5.3.2 では、冷房や暖房の効きやすさと熱中症症状発症とは関係がないことを示しています。冷暖房の効きやすさが住宅の断熱性能をあらわすものと仮定すれば、断熱性能は熱中症発症と関係がないということができます。また、夏季に壁や屋根等からの熱貫流で侵入する熱よりも、日射遮蔽が十分でない場合に窓を透過して侵入する日射熱の方がはるかに大きいことを考えると、熱中症の発症に断熱よりも日射遮蔽のほうが重要であるという結果は妥当であるといえます。回答の内容は概要 P5 左 1 行目から 3 行目に追加しました。

◆討議 [ 西岡先生 ]

「日射しがまぶしい」や「日射熱がわずらわしい」と熱中症症状発症との因果関係が不明なのであれば、そう記載するべきではないかと疑問を呈しています。

◆回答：ご指摘のように、本研究では関連性の分析にとどまっており、因果関係までは分析していません。しかし、結論の 3 と 4 のように本研究では、物理的な

参考文献

1) 嶋根ほか：夏季冷房環境が身体生理と温熱感覚に及ぼす影響、和洋女子大学紀要、第 30 集、家政系編、45-59 2) 蔵澄ほか：屋外空間における環境刺激が人体の温熱感覚に与える影響、日本生気象学会雑誌、48 (4)、129-144、2011 年 3) 佐古井、持田：温熱環境の評価法に関する基礎的研究、空気調和・衛生工学会論文集、No85、21-30、2002 年