

令和 2 年 5 月 26 日現在

機関番号：22604

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K00523

研究課題名(和文) 熱中症による死亡をもたらす気象条件とその発現要因の解明

研究課題名(英文) Study on meteorological conditions for heat stroke deaths in Japan

研究代表者

藤部 文昭 (Fujibe, Fumiaki)

首都大学東京・都市環境科学研究科・特任教授

研究者番号：60343886

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：18年間の人口動態統計データを使い、熱中症および低温による死亡率と気象要素との関係を調べた。空間的には都道府県ごとと市区町村ごと、時間的には経年変化、季節変化、日々変動について統計を行った。熱中症死亡率は気温が高いほど、低温死亡率は気温が低いほど大きい傾向があるが、死亡率と気温との関係は年齢層や季節、地域によって異なり、熱中症については暑熱馴化の効果が示唆される。また、熱中症・低温による死亡率は平均所得の低い市区町村で高い傾向があり、社会的要因にも影響されることがうかがえる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究により、日本の熱中症・低温による死亡と気象要素との関係について一連の統計事実が得られ、また、熱中症・低温死亡に対する社会的要因の寄与が検証された。これらの知見は、これまで経験的あるいは定性的な理解にとどまっていた熱中症被害の気候学的特性を統計的に裏づけ、併せて低温死亡の実態を明らかにするものであり、熱中症や低温の被害を抑制していく上での基礎資料になることが期待できる。

研究成果の概要(英文)：The relationship between heat and cold mortalities and meteorological factors in Japan was studied using vital statistics data for eighteen years (1999 to 2016). Statistical analyses were made for spatial variability according to prefectures and local municipalities, and temporal variations on annual, seasonal, and daily scales. It was found that heat and cold mortalities tend to be higher under higher and lower temperatures, respectively, and depend on ages, seasons, and regions. There are some features implying the effect of acclimatization to heat mortality. Additionally, heat and cold mortalities are found to be high in local municipalities with low mean income, implying the influence of social factors.

研究分野：気候学

キーワード：熱中症 低温死亡 人口動態統計 暑熱

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

日本では、熱中症による死者が年間に数百人、多い年は1000人以上に上る。これは風水害による死者数を大きく上回り、今や熱中症、すなわち夏季の暑熱は大きな人命損失をもたらす災害の様相を呈する。熱中症による死亡を抑止していくためには、被害をもたらす気象条件についての統計的な知見が欠かせない。しかし、熱中症に関する気象学的知見は比較的乏しく、「熱中症死亡を引き起こす気象条件はどのようなものか」という問題に対し、実証的な統計に裏付けられた解答を与えることが課題として残されていた。

また、日本では低温による死者数も年間1000人前後に達するが、その実態はほとんど知られていない。低温被害の防止に向け、その実態を解明して社会に示すことが求められていた。

2. 研究の目的

熱中症死亡者に関する日別・自治体別の長期データと気象観測データを利用し、熱中症死亡と気象条件との関係について詳細な統計的事実を見出す。また、熱中症死亡の多発をもたらす気象条件の発現要因を数値気象モデルを用いたシミュレーションによって解明する。これらにより、熱中症死亡抑止の基礎となる気象学的知見を提供することを目指す。低温による死亡についても、同様の統計解析により気象条件の影響を明らかにする。

3. 研究の方法

人口動態統計による1999～2016年(研究開始当初は2014年まで)の死亡数のデータと、気象庁による気象観測データを用い、統計的な手法を用いて熱中症および低温死亡率と気象条件との関係を調べた。解析は、空間的には都道府県ごとと市区町村ごと、時間的には経年変化、季節変化、日々変動について行い、日々の統計においては高温の持続性にも注目した。また、地域の平均年収などの社会的要因と死亡率との関係を調べ、熱中症については死亡率と救急搬送率との比較を行った。併せて、熱中症死亡の多発をもたらす気象状態の発現要因や、そのような気象状態の局地性を作り出す因子について高分解能の数値シミュレーションを行った。

4. 研究成果

(1) 熱中症死亡率の地域性と変動および気温との関係

熱中症死亡率の分布と経年的・季節的変動の特徴を調べた。熱中症死亡率の分布は年齢層によって異なる。60歳未満の熱中症死亡率は夏季(7,8月)の平均気温と正の空間相関があり、近畿以西の太平洋側の府県で高い。一方、80歳以上の死亡率は年間最高気温と正の空間相関があり、東北～北陸の日本海側で高い傾向がある(図1)。また、80歳以上のほうが60歳未満よりも死亡率の年々変動が大きく、経年上昇傾向も大きい。季節変化に関しては、全国的に熱中症死亡は7月と8月に集中し、北の地域ほど7月の死亡率に比べて8月の死亡率の比率が高い。この地域差は、気温のピーク時期が北の地域ほど遅い傾向と対応する。一方、7月と8月の平均気温が同じなら、7月の死亡率は8月よりも1.5倍程度高く、暑熱に対する馴化効果が示唆される。

また、日々の熱中症死亡率と気象条件との関係を調べた。熱中症死亡率は、当日の最高気温が同じでも、夏季平均気温が低い地域(=夏が涼しい地域)ほど高い傾向がある(図2)。このことから、暑熱に対する馴化の重要性が示唆される。また、前日～1週間程度前の気温が高いほど熱中症死亡率は高い傾向があるが、十数日前の気温が高ければ、死亡率はむしろ低い傾向がある。これは、短期的には暑熱負荷の蓄積が悪影響を及ぼすが、長期的には暑熱馴化の効果が現れるためと考えられる。

(2) 低温死亡率の地域性と変動および気温との関係

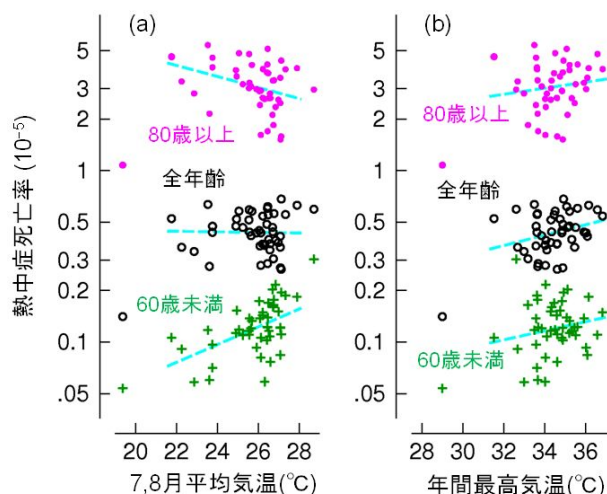


図1 各都道府県の熱中症死亡率(1999～2014年の平均)と、(a)7,8月の平均気温および(b)年間最高気温との関係。水色の破線は1次回帰。

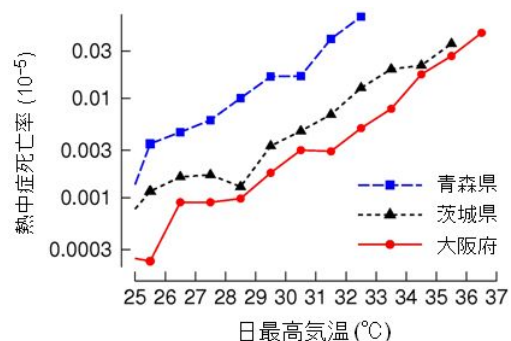


図2 日ごとの熱中症死亡率と日最高気温との関係。

低温死亡率の空間・時間変動と気温との関係を統計的に調べた。空間分布においては、気温の低い都道府県ほど低温死亡率の高い傾向があり、冬季(12~3月)の平均気温1当たりの死亡率の変化は約12%である。年々変動においては、冬季の平均気温が1低い年は死亡率が20%程度高い。季節変化においては、12~3月の死亡数が年間の78%を占める。また日々変動においては、日平均気温1当たり死亡率は15%程度変動する(図3)。以上の事実は低温死亡率が気温の地域的・時間的な変動に影響されることを示しているが、熱中症に比べると気温変動に対する低温死亡率の変化率は小さい。また、冬の前半に比べて後半は低温死亡率が低いなど、低温馴化を示唆する事実がある一方で、当日の気温が同じなら死亡率は冬季平均気温に依存しない(図3)など、低温馴化に否定的な事実もあり、馴化の影響は熱中症の場合ほどには明瞭でない。

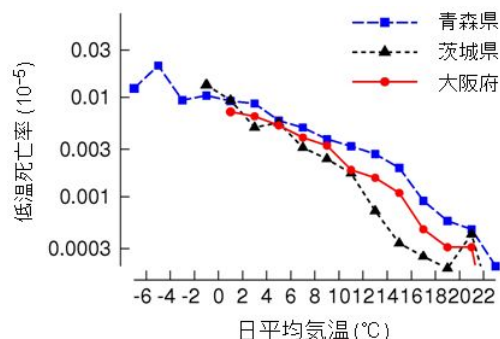


図3 日ごとの低温死亡率と日平均気温との関係。

(3) 市町村ごとのデータから見た熱中症・低温死亡率の分布特性

国内各市町村の熱中症・低温による死亡率と気温・経済因子との関係を調べた。その結果、熱中症死亡率は夏季気温と正相関、低温死亡率は冬季気温と負相関し、どちらも平均年収と負相関することが見出された。このことは、熱中症や低温による死亡に気候因子だけでなく社会的因子が関わることを示唆する。また、大都市では低所得世帯の比率が高い区で熱中症・低温死亡率の高い傾向が見出された(図4)。

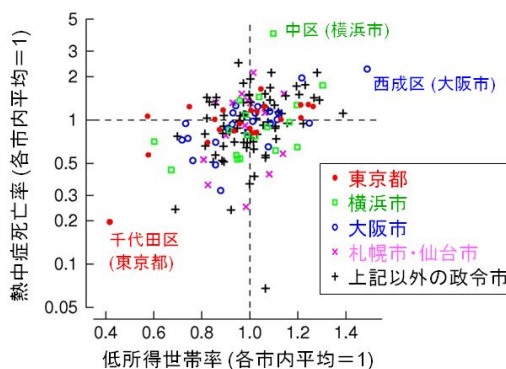


図4 政令市各区の熱中症死亡率(1999~2016年の平均)と低所得世帯率(年間所得300万円未満)との関係。死亡率・低所得世帯率とも、広域的な地域差を除くため各市内平均からの差を示す。「上記以外の政令市」は、1999年までに政令指定された8市。

(4) 東京における暑夏年の熱中症死亡率

暑夏年における東京23区の熱中症死亡の状況を調べた。2013年については熱中症死亡率の分布図を作成し、死亡率と気温および人口・所得・生活保護受給者数との相関を調べた。その結果、1) 熱中症死亡率は都心部よりも内陸部・臨海部で高く、大部分が7月と8月の高温期に集中すること、2) 内陸部における高死亡率傾向は日中気温分布の内陸の高温傾向と一致し、8月高温期の臨海部の高死亡率傾向は東京湾岸域の高温傾向と一致すること、3) 沿岸部高温の要因として関東近海の高水温が考えられること、4) 区毎の死亡率と平均所得との間に負の相関があること、等の知見を得た。他の暑夏年においても、熱中症による死亡はひと夏に1~2回、それぞれ数日~10日程度の高温期に集中する。この点は記録的な高温になった2018年も同じであるが、2018年は従来的高温年と比べて救急搬送数が多く、死亡数は少なかった。熱中症に対する社会の意識が高まり、早めの対応が行われるようになって、死亡の抑制がある程度図られたことが推測される。

(5) 熱中症による救急搬送率の地域性と変動

2008~2018年の総務省消防庁の資料を使い、熱中症による救急搬送の地域性と時間的な変動について調べた。救急搬送率すなわち人口当たりの搬送数は、地域的にも年々変動においても夏の平均気温と正相関する。季節変動に関しては、救急搬送率は夏の前半が後半よりも2倍かそれ以上大きい。日ごとの搬送率は、当日の最高気温が同じなら夏が平均的に涼しい府県で大きい。これらは熱中症死亡率の特徴と共通するが、死亡率に比べて搬送率は前日~数日前の高温の影響が小さいなど、死亡率と搬送率の相違点もある。近年は搬送率が増大する一方で死亡率は増加せず、早めの救急対応によって深刻な事態が避けられるようになった可能性がある。

(6) 気候変動と暑熱に関連する新聞記事数の経年変化

気候変動や夏季の暑熱について新聞の検索データベースによる記事数の長期変化を調べた。「地球温暖化」のヒット数は2007~2010年のピークを除いて長期的にはほぼ一定であるが、「ヒートアイランド」は2010年以降は減少に転じ、2019年のヒット数はピーク時の1割以下になった。一方、「熱中症」は近年の増加が著しい。また、「真夏日」は長期的に増加する傾向があるのに対し、「熱帯夜」は1990年代に比べて近年はヒット数が減っている。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 9件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 10件）

1. 著者名 Fujibe Fumiaki	4. 巻 181
2. 論文標題 Localized strong winds associated with extensive fires in central Tokyo: Cases of the Great Kanto Earthquake (1923) and an air attack in World War II (1945)	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics	6. 最初と最後の頁 79 ~ 84
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jweia.2018.08.016	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 藤部 文昭、松本 淳、鈴木 秀人	4. 巻 66
2. 論文標題 日本の低温死亡率の地域性と変動および気温との関係	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 天気	6. 最初と最後の頁 513 ~ 527
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24761/tenki.66.8_513	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Fujibe, F., Matsumoto, J. and Suzuki, H.	4. 巻 92
2. 論文標題 Spatial variability of municipality-wise heat and cold mortality in Japan with respect to temperature and economic states	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Geographical Review of Japan, Series B	6. 最初と最後の頁 72 ~ 83
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4157/geogrevjapanb.92.72	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 藤部 文昭、松本 淳、鈴木 秀人	4. 巻 15
2. 論文標題 熱中症による救急搬送率の地域性と変動 死亡率との比較	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本ヒートアイランド学会論文集	6. 最初と最後の頁 1 ~ 13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 藤部文昭, 松本 淳, 鈴木秀人	4. 巻 66
2. 論文標題 東京における2018年夏の熱中症被害の概要	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 天気	6. 最初と最後の頁 644 ~ 650
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Fujibe, F., Matsumoto, J. and Suzuki, H.	4. 巻 91
2. 論文標題 Spatial and temporal features of heat stroke mortality in Japan and their relation to temperature variations, 1999-2014	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Geographical Review of Japan, Series B	6. 最初と最後の頁 17-27
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4157/geogrevjapanb.91.17	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Fujibe, F., Matsumoto, J. and Suzuki, H.	4. 巻 14
2. 論文標題 Regional features of the relationship between daily heat-stroke mortality and temperature in different climate zones in Japan	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 SOLA	6. 最初と最後の頁 144-147
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2151/sola.2018-025	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 藤部文昭	4. 巻 0
2. 論文標題 日本における夕風の気候学的特性	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 第25回風工学シンポジウム論文集	6. 最初と最後の頁 7-12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 藤部文昭	4. 巻 66
2. 論文標題 東京における晴天下の真冬日	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 天気	6. 最初と最後の頁 77-82
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 藤部文昭, 松本 淳, 鈴木秀人	4. 巻 12
2. 論文標題 東京23区の熱中症死亡率と気温分布との関係 2013年についての解析	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 日本ヒートアイランド学会論文集	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Fujibe, F.	4. 巻 96
2. 論文標題 Climatological features of sub-hourly temperature variations in Japan	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of the Meteorological Society of Japan	6. 最初と最後の頁 147-160
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2151/jmsj.2018-021	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計12件(うち招待講演 1件/うち国際学会 1件)

1. 発表者名 藤部文昭, 松本 淳, 鈴木秀人
2. 発表標題 気候変動と暑熱に関連する新聞記事数経年変化
3. 学会等名 日本地理学会2020年春季学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 藤部文昭, 松本 淳, 鈴木秀人
2. 発表標題 熱中症による日々の救急搬送率と気象要素との関係
3. 学会等名 日本気象学会2019年度秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Fujibe, F.
2. 発表標題 Urban warming in Japan with relation to global climate change
3. 学会等名 International Workshop on Urban Climate Projection (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 藤部文昭, 松本 淳, 鈴木秀人
2. 発表標題 熱中症による救急搬送率の地域性と変動 死亡率との比較
3. 学会等名 日本ヒートアイランド学会第14回全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 藤部文昭, 松本 淳, 鈴木秀人
2. 発表標題 市町村ごとのデータから見た熱中症・低温死亡率の分布特性
3. 学会等名 日本気象学会2019年度春季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Fujibe, F.
2. 発表標題 Localized strong winds associated with extensive fires in central Tokyo: Cases of the Great Kanto Earthquake (1923) and an air attack in World War II (1945)
3. 学会等名 International Workshop on Wind-related Disasters and Mitigation (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 藤部文昭・松本 淳・鈴木秀人
2. 発表標題 熱中症による救急搬送率の地域性と変動 死亡率との比較
3. 学会等名 日本気象学会2018年度春季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 藤部文昭・松本 淳・鈴木秀人
2. 発表標題 日々の熱中症死亡率と気温との関係における地域特性
3. 学会等名 日本ヒートアイランド学会第13回全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 藤部文昭・松本 淳・鈴木秀人
2. 発表標題 日々の低温死亡率と気象条件との関係
3. 学会等名 日本気象学会2018年度秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 藤部文昭, 松本 淳, 鈴木秀人
2. 発表標題 日本の熱中症死亡率の地域的・季節的特性
3. 学会等名 日本気象学会2017年度春季大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 藤部文昭, 松本 淳, 鈴木秀人
2. 発表標題 日別データから見た熱中症死亡率と気温との関係
3. 学会等名 2017年日本地理学会秋季学術大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 藤部文昭, 松本 淳, 鈴木秀人
2. 発表標題 日本の低温死亡率の地域的・季節的特性
3. 学会等名 日本気象学会2017年度秋季大会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	松本 淳 (Matsumoto Jun)		

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	高橋 洋 (Takahashi Hiroshi)		
研究協力者	鈴木 秀人 (Suzuki Hideto)		