

氏名	馬 超辰		
学位の種類	博士（ヒューマン・ケア科学）		
学位記番号	博甲第	8660	号
学位授与年月	平成	30年	3月 23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	人間総合科学研究科		
学位論文題目	Evaluation of heat effect on all-cause mortality in Japan using two temperature indices (二つの気温指標を用いた日本の総死亡に与える暑熱の影響)		
主査	筑波大学准教授	博士（保健学）	橋爪祐美
副査	筑波大学助教	博士（医学）	堀 愛
副査	筑波大学教授	博士（医学）	本田 靖
副査	九州大学助教	博士（医学）	小野塚大介

論文の内容の要旨

馬 超辰氏の博士論文は、湿球黒球温度（Wet bulb globe temperature; WBGT）と日最高気温の二つの気温指標を用いて、日本の総死亡に与える暑熱の影響を検討したものである。その要旨は以下のとおりである。

（目的）著者は本論文の研究背景として、近年の地球規模で高温環境による健康被害や経済的社会的活動の深刻な阻害がもたされており、暑熱による死亡の影響が、どの自然災害よりも深刻であること、気温と死亡に関する既存の疫学研究において環境要因、経済状況等の交絡因子の制御が課題であること、多様な国と地域での死因の推測に暑熱による健康リスクを示す有用な指標を用いた検討が課題であることを述べている。その上で著者は当該指標として、湿球黒球温度（以下 WBGT）に注目した。WBGT は気温、湿度、太陽からの輻射熱を考慮し、暑さ指数として近年、小学校での熱中症予防運動指針に用いられており、世界的にも熱中症リスクの有効な温度指標の一つとされ、わが国でも主に産業衛生分野において活用されている。測定機器は高価で管理も難しいものの、気温などの気象変数から推定値を算出することが可能なことから、疫学的研究に利用可能である。暑熱による死亡との関連について、先行研究では、日平均気温あるいは日最高気温について一地域に限った報告、もしくは複数の国と地域で検討した疫学研究の報告が多数認められるものの、WBGT については検討されてこなかった。高温環境に晒された人が体験しうる温度ストレスは多様であることから、暑熱ストレス指標としては、影響の一部を示すに過ぎない気温単独よりも、人の温度環境に関わる基本的な変数の影響を統合して示されるべき数値である。そのため、著者は WBGT 推定値を取り上げ、以下の研究 1,2 を実施し、WBGT と日平均気温の二つの指標が日本の総死亡に与える暑熱の影響を検討することとした。研究 1 では、日本の 47 都道府県について、WBGT の簡便な推定値と日平均気温を算出し、それぞれの総死亡率との関連を比較した。研究 2 では、その十分な正確性から既にゴールドスタンダードとされている手法を用いて WBGT 推定値を算出し、研究 1 の簡便な推定値と比較した。

(方法) 著者は死亡と気象に関する既存のデータについて関係省庁(死亡データは厚生労働省、気象データは気象庁)から許可を得て提供を受け、次のように分析した。研究 1,2 ともに、一般化線形モデル(GLM)と distributed lag nonlinear model を組み合わせ、気温の翌日以降の持ち越し効果、経時変化、季節変動、曜日による違いを制御したリスク関数を用いて死亡への影響を評価した。

研究 1 では、アウトカムとして 1972 年～2012 年の 47 都道府県(沖縄県は 1973 年以降)の毎日の全死因死亡数を用いた。WBGT 推定値の算出には、湿度と太陽からの輻射熱を定数と仮定したオーストラリア気象学局(BMA)の推定式を用いた。持ち越し期間を 21 日間とし、死亡率が最低となる WBGT (the minimum mortality WBGT, 以下 MMW) と日平均気温 (the minimum mortality temperature, 以下 MMT) を算出し、47 都道府県について、それらの関連を検討した。研究 2 では、MMW について、WBGT 推定式として研究 1 の BMA による方法の他に、日別の太陽輻射熱と風速も含めた Ono と Tanouchi (2014)による手法でも推定した。持ち越し期間を 7 日間とするモデルで求めた各都道府県の WBGT と死亡との関連を比較した。なお、データは 2006 年～2012 年 5 月～10 月の温暖な期間に限定した全死因死亡数および気象データであった。

(結果) 研究 1 では、著者は WBGT 推定値および日平均気温と総死亡率との関連プロット図は、それぞれ逆 J 字体を呈する同様の傾向を見出した。高知県の計測値を除いて MMT と MMW の相関関係は高く、感度も良好であった。同様の手続きに従い、著者は 0～64 歳と 65 歳以上の 2 群に分けて比較したところ、65 歳以上高齢者の関連プロット図は 0～64 歳の群のものと比較して、総死亡率の結果と同様の傾向を呈していたが、この年齢群で元来死亡現象が多い特性を反映したものと解釈した。一方、研究 2 では、BMA 推定式で算出した MMW と Ono らの推定式による値の推移に不一致を確認した。このことから著者は、BMA 法と Ono らの手法で WBGT の死亡率への影響を比較検討する際は注意を要することを明らかにした。

(考察) 総合的な暑熱ストレスの指標として、WBGT は熱波などへの注意報・警報のための指標として、一般人向けの報道でも学校現場でも用いられているが、その死亡への影響に関してはこれまで検討されていなかった。著者は、研究 1 においてこれまで多く検討がなされてきた気温のみとの関連と簡便な方法による WBGT との関連を比較して、MMT と MMW は異なるものの、同様の傾向が認められることを確認した。このため、気象変数情報の入手が限られている場合には、日平均気温は WBGT 推定値の代用として用いることが可能であると考えられた。なお、MMW も MMT 同様、寒冷な地域で低く、温暖な地域で高いことから、注意報や警報などを発令する気温は、地域によって変える必要があるものと考えられた。研究 2 においては、しかしながら、風速と太陽輻射熱の実測値を用いた推定値と比較すると、総死亡数との関連で、BMA による WBGT 推定値を用いた MMW 推定値がほぼ同じ地域でも、Ono らの WBGT 推定値を用いた MMW にはバラツキが認められることから、やはり気象データが存在するのであれば Ono らの方法を用いて WBGT を推定すべきであろうと考察した。著者は、今後の展望として同様の結論が得られるかどうか、夏期のみでなく通年のデータを作成して検討する点も述べている。

審査の結果の要旨

(批評)

本論文は総合的な暑熱ストレスの指標で、かつ熱波などへの注意報・警報のための指標として汎用されてきた WBGT について、これまで検討されてこなかった死亡への影響に着目した点で極めて新規性が高い。膨大な死亡データ、気象データをもとに、簡便な方法とゴールドスタンダードとされる方法をもとに丁寧に比較検討した結果、1. 気象変数情報が限られる場合は日平均気温が WBGT の推定値の代用として使用できる可能性があること、2. 注意報や警報を発令する気温は全国同一とするのではなく、地域により変える必要性があること、および 3. 太陽輻射熱、風速を考慮できる場合は確実性の点から WBGT 推定値の使用を推奨すべきこと、の 3 点を見出した。以上から本論文は、今後の気温と死亡、健康被害対策について多大に貢献するものとして意義があると評価できる。

平成 30 年 1 月 18 日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもと論文について説明を求め、関連事項について質疑応答を行い、最終試験を行った。その結果、審査委員全員が合格と判定した。よって、著者は博士(ヒューマン・ケア科学)の学位を受けるのに十分な資格を有するものと認める。