

近年の夏の天候と熱中症搬送者の特徴

研究代表者 三宅 康史 帝京大学医学部救急医学講座 教授

研究協力者 登内 道彦 気象業務支援センター振興部 部長

研究要旨

消防庁が発表している夏季における熱中症による救急搬送人員調査と、環境省が熱中症予防情報サイトにおいて発表している都市、地点ごとの WBGT 実況値および推定値、予報をもとに、2010 年以降の夏の天候と熱中症搬送者数の分析、および 2021 年に開催された東京五輪期間中の暑熱環境について調査を行った。

夏の天候と熱中症搬送者数の分析においては、6 都市平均での WBGT が 31℃以上となる日が 5 日間以上継続した期間が存在すると、搬送者や重症者が大きく増加することが明瞭に示された。継続する暑さ、7 月など早い時期に暑くなる場合には十分な啓発活動が必要と考えられた。近年の夏の特徴として寒暖の変動が大きい場合が増えており、梅雨明け後に気温が一旦下がり暑熱順化が失われ、その後暑さが戻ることで搬送が増加する傾向があった。

2021 年に開催された東京五輪期間中の暑熱環境においては、オリンピック期間の特に後半で WBGT が高めとなり、内陸部や札幌では厳しい暑さとなった。またパラリンピック期間では前半は暑く、後半は冷涼となった。ほとんどの競技が無観客で行われ、厳しい暑熱環境に伴う競技時間の変更などがあったが、熱中症による搬送者急増などの報道はなかった。

1. はじめに

環境省では「熱中症予防情報サイト」(2006 年～)において 11 都市の WBGT 実況値、約 830 地点の実況推定値や 3 日間の WBGT 予報を提供している。また消防庁では、熱中症搬送者速報を週 1 回ホームページで公開している(2008 年～)。

図 1 は消防庁発表の 7～8 月熱中症搬送者総数(速報)と、6 都市(東京・新潟・名古屋・大阪・広島・福岡)の WBGT 日最高値期間平均で、2010 年以降、熱中症搬送者は、7～8 月の期間、毎年 30,000 人を超えている。

つぎに、2008 年以降の各年の 7～8 月の WBGT (6 都市の最高値平均) 期間平均値と、総搬送者数および重症率 [= (死亡+重症者) / (総搬送者数)] を図 2 に示した。(i) 猛暑として話題になった 2010 年・2018 年は、前年よりも大きく搬送者数が増加し、2010 年以降は搬送者が多い状態が続いている、(ii) 2010 年については重症率が 4%弱まで上昇し、その後 2～3%程度で継続していることがわかる。2010 年以降、熱中症が広く認識され、毎年多くの搬送者が記録されることから、この期間について夏の天候と搬送者数の特徴を、以下に分析した。

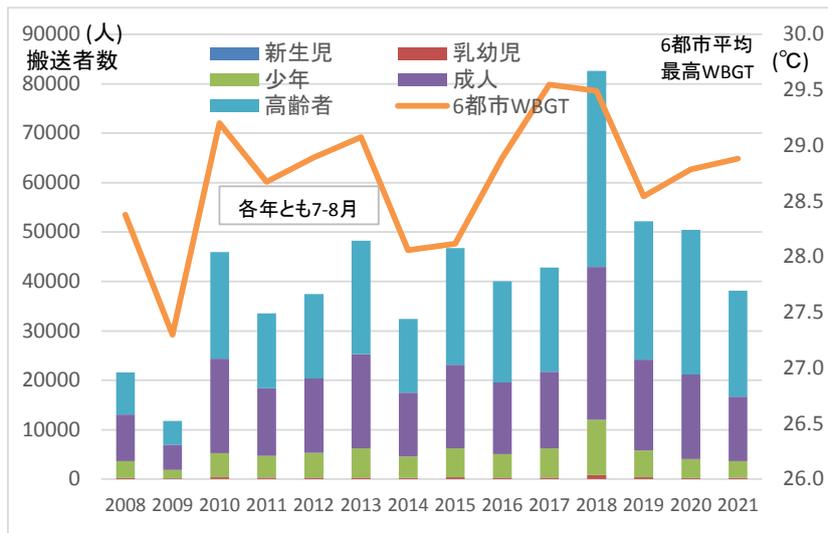


図1 熱中症搬送者数と最高 WBGT 平均

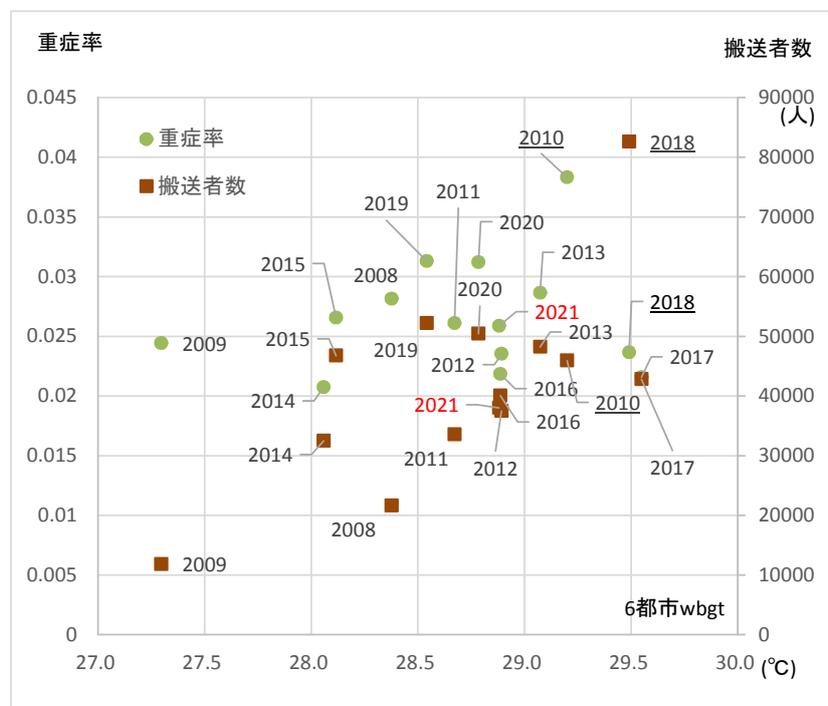


図2 熱中症搬送者数と重症率 (7~8月)

2. 2010年以降の夏の天候と熱中症搬送者の分析

表1に北日本・東日本・西日本の気温平年偏差(1991~2020年平均に対する偏差)を示した。1990年代は平年より低い年が多いが、全国的に気温が平年を下回る「冷夏」は2009年を最後に現れていない。

2010年以降、ほとんどの年で「暑い夏」とな

っており、例年、梅雨明け時期を中心に熱中症搬送者が増加する。図1および図2で見られるように、WBGT平均値が高いほど、搬送者数は多くなる傾向にあるが、重症率の年による違いは(2010年をのぞく)、それほど大きくない。

表 1 夏の気温の年平均偏差

年	北日本		東日本		西日本	
	6月~8月	7月~9月	6月~8月	7月~9月	6月~8月	7月~9月
1991	-0.2	-0.8	-0.3	-0.6	-0.2	-0.4
1992	-0.7	-1	-1	-0.9	-1.2	-0.8
1993	-2.3	-2.1	-2.2	-2.4	-1.7	-2.2
1994	1	1.5	0.9	1.2	0.8	0.9
1995	-0.4	-0.3	-0.3	-0.1	-0.3	-0.1
1996	-1	-0.9	-0.5	-1	-0.1	-0.5
1997	-0.5	-0.7	-0.3	-0.6	-0.3	-0.7
1998	-1.1	-0.4	-0.4	0	0.3	0.6
1999	1.1	1.3	0	0.6	-0.6	-0.1
2000	0.9	1	0.4	0.6	0.2	0.2
2001	-0.5	-0.9	0.4	0	0.4	0
2002	-0.9	-0.8	0.2	0.2	0.2	0.1
2003	-1.7	-2	-1.3	-1.4	-0.9	-0.6
2004	0.5	0.2	0.6	0.6	0.7	0.6
2005	0.3	0.1	0.1	0	0.3	0.3
2006	0	0.1	-0.3	-0.4	0.2	-0.1
2007	0.2	0.1	-0.3	0.1	-0.1	0.5
2008	-0.5	-0.2	-0.2	0	0.1	0.3
2009	-0.7	-1.1	-0.5	-0.9	-0.4	-0.5
2010	1.8	1.6	1.1	1.3	0.5	1
2011	0.7	0.8	0.5	0.5	0.3	0.1
2012	0.3	1.6	0.2	0.9	0.2	0.4
2013	0.7	0.6	0.7	0.7	0.9	0.8
2014	0.8	0.1	0.1	-0.5	-0.6	-0.8
2015	0.2	0	-0.1	-0.4	-0.8	-1
2016	0.4	0.7	0.2	0.4	0.5	0.6
2017	0	0	0.2	0.2	0.4	0.4
2018	0.2	0.1	1.3	0.9	0.9	0.7
2019	0.4	0.6	0.1	0.6	-0.2	0.2
2020	0.8	0.8	0.7	0.6	0.4	0
2021	1.4	0.8	0.4	0.1	0.1	0.1

図 2 で 2020 年と 2021 年を比べると、WBGT 平均は大きく変わらないが、2020 年の方が搬送者数、重症率ともに 2021 年より大きくなっている。

図 3 に、2020 年と 2021 年の日別の全国の熱中症搬送者数と、6 都市における日最高 WBGT 平均値を示す。2021 年は 7 月下旬と 8 月上旬に 1,500 人前後の搬送者のピークがあるが、2020 年の 8 月のような 1,500~2,000 人前後の搬送者のピークがあるが、2020 年の 8 月のような 1,500~2,000 人前後の搬送者が 1 週間前後続くようなピークは見られない。

WBGT 平均値を、ピンク (2021 年) および緑 (2020 年) の折れ線で示した。2020 年には、8 月中旬に WBGT 31℃を連続して上回る期間があるのに対し、2021 年は、一時的 31℃を上回っている期間があるが、2020 年のような厳しい暑さの継続は見られず、このことが 2021 年の搬送者数がやや少なめで、重症者率もやや低いことに関連していると考えられる。

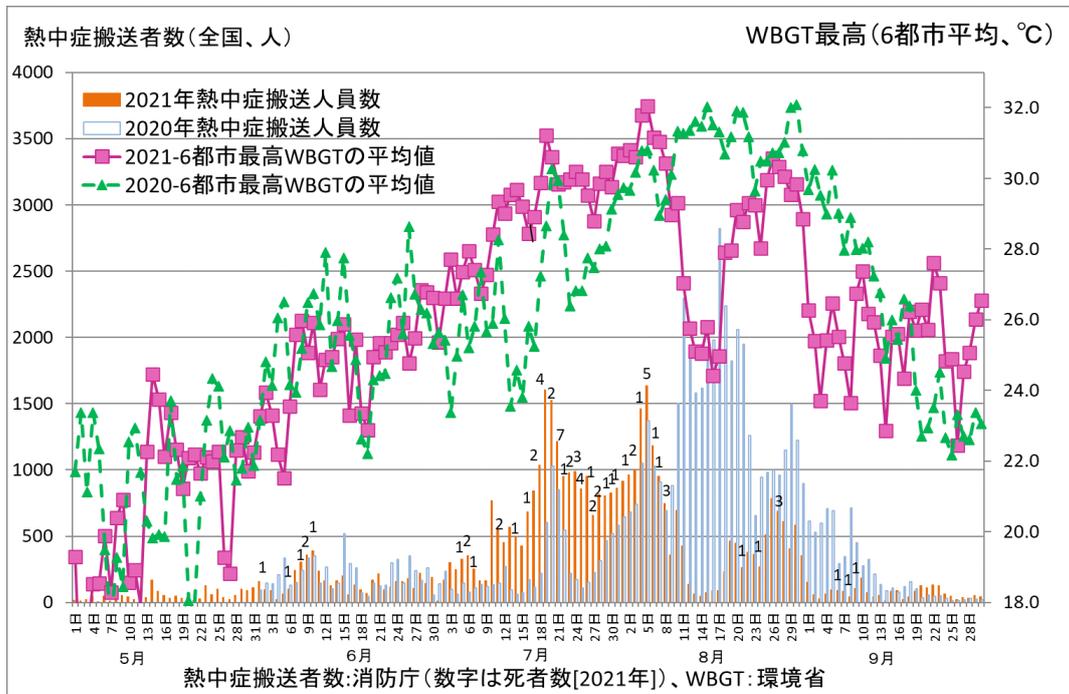


図 3 熱中症搬送者と WBGT 最高値 6 都市平均棒グラフ (2021 年 : オレンジ、2020 年 : 青)

表 2 搬送者の最大値、WBGT31℃以上の期間

	死者	重症者	死者+重症	死者+重症+中	搬送者総数	WBGT
2021	7/7/21	57/7/19	61/7/19	657/7/19	1,605/7/19	32.1/8/5
2020	8/8/21	106/8/17	109/8/17	1,189/8/17	2,819/8/17	32.1/8/30
2019	16/8/2	176/8/2	192/8/2	1,418/8/2	3,318/8/2	32.2/8/2
2018	16/7/23	131/7/23	147/7/23	1,402/7/18	3,711/7/19	31.5/7/20
2017	4/7/24,8/6	33/7/3	34/7/3	452/7/21	1,341/7/15	31.4/7/31
2016	4/8/4	35/8/6	36/8/6	458/7/4	1,351/8/6	31.4/8/6
2015	9/8/7	79/8/1	86/8/1	821/8/1	1,122/8/1	31.7/8/7
2014	6/7/26	57/7/26	63/7/26	748/7/26	2,489/7/26	31.5/7/26
2013	11/8/12	94/8/11	99/8/11	917/8/10	2,711/8/10	32.2/8/10
2012	6/7/18	57/7/30	58/7/30	574/7/28	1,896/7/28	31.3/8/17
2011	7/8/11	39/8/18	45/6/29	504/8/18	1,428/8/10	31.1/8/10
2010	19/7/24	114/7/23	124/7/23	916/7/23	1,878/8/17	31.1/8/23
2009	2/8/7	15/8/7	17/8/7	169/7/14	452/8/8	29.8/8/8
2008	5/7/25	35/7/25	40/7/25	347/7/25	831/7/25	30.9/8/15

	wbgt>=31.0	wbgt>=30.0	
2021	7/19,8/4-7		31.2(19),30.6(20),29.8(21)
2020	8/10-17,19-22,28-31		31.3(10),32.0(15),31.5(16),31.3(17)
2019	7/29-8/5,8/7-14		31.0(29),31.6(30),31.7(31),32.0(1),32.2(2)
2018	7/14,7/16-24		31.5(20),31.0(21),31.0(22),31.3(23)
2017	7/31,8/5-6,8/24-25		
2016	8/5-7,19-21		
2015	7/31-8/8	7/20,7/25-8/10	31.3(1),31.5(2),31.1(3),31.2(4),31.1(5),31.7(6),31.5(7)
2014	7/26	7/24-26,30-31,8/6-7,18,20	
2013	8/8-12,19,21	7/8-9,8/1,5-12,14-22	31.9(9),32.2(10),31.9(11),31.0(12)
2012	7/26,28-29,8/17	7/17-18,25-31,8/2-3,5-6,16-18,21-23,26	
2011	8/10	7/15,8/6-17	
2010	8/18,22-23	7/21-24,8/2-7,8/15-25,27,8/29-9/1,3-5	
2009	-		
2008	-	7/20,23,26-27,8/4,6-9,13,15	30.5(7/22),30.5(23),30.1(24)

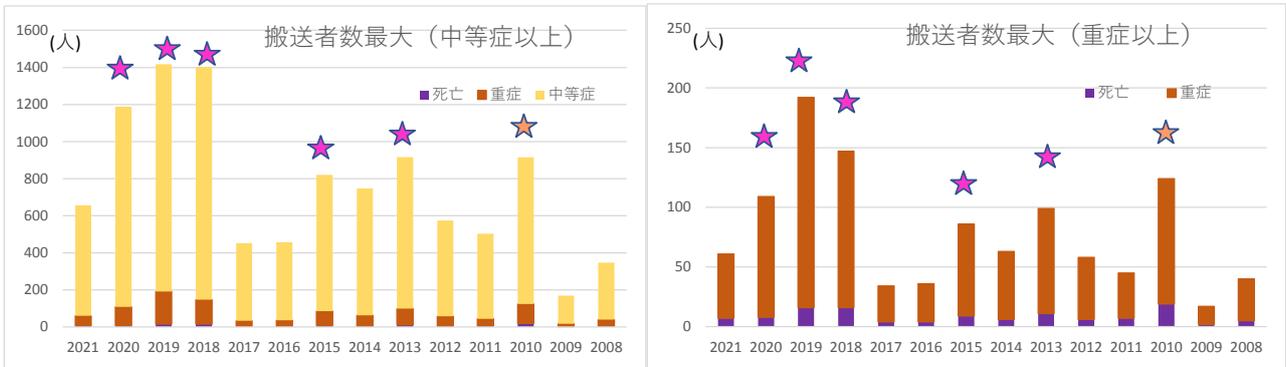


図 4 heat-spell (★ : WBGT31℃以上が 5 日以上継続) と重症・中等症搬送者数最大

消防庁の搬送者データをもとに、表 2 の上段に、各年の死者、重症者、死者+重症者、死者+重症者+中等症、搬送者総数、WBGT 最高 (6 都市平均) について、最高 (大) 値を、下段に 6 都市平均 WBGT が 31℃ 以上 (2015 年以前は WBGT30℃ 以上の期間も表示) の期間を示した。加えて、下段には、死者や重症者数のピークが WBGT 最高値から遅れている場合に、その期間の各日の WBGT を示した。

2018~2020 年については、いずれの年も

WBGT31℃ 以上の期間が 9 日 (2018 年)、11 日 (2019 年)、8 日 (2020 年) 連続しており、この期間に最大搬送者数で 2,819~3,711 人、中等症以上でも 1,189~1,402 人、重症者以上も 109~147 人が搬送されている。

図 4 に、表 2 の中等症および重症の搬送者数最大を年別に示し、6 都市平均 WBGT31℃ 以上が 5 日間以上継続した期間がある年について★マーク (以下、heat-spell と表記) を付した。

図 2 に示す 7~8 月の平均 WBGT よりも、

WBGT31℃以上が一定期間継続する heat-spell があることで、搬送者や重症者が大きく増加していることがより明瞭になる。

なお、死者や重症者は搬送者のピークよりもやや遅れて現れている年も多く、また、2018年、2010年のように7月に heat-spell が生じると、搬送者数が前年に比べてさらに搬送者が増加する傾向がある。(i) 継続する暑さ (WBGT31℃以上、最高気温では概ね 35℃以上にあたる) が予想される際には、熱中症搬送者の急激な増加、症状の重篤化が予想され、特に (ii) 7月など早い時期に暑くなる場合は、十分な啓発活動が不可欠と考えられる。

2010年は熱中症搬送者が急増し、熱中症が社会的に大きく取り上げられた年だが、2013、2015、2018～2020年と比べると WBGT の平均値は低い。7月の早い時期から例年になく厳しい暑さが続いた (2010、2018年) ことが、搬送者急増の一因と考えられるが、2010年以降は厳しい暑さの年が多くなり、熱中症に対する啓発活動などで、厳しい暑さに対する熱中症対策が進んだことが、搬送者急増、重篤化の抑制に貢献している可能性がある。

＝近年の夏の特徴＝

2021年夏季は、7月中旬～下旬に北日本中心

に暑く、8月下旬にも全国的な高温となった。一方で、8月中旬に全国的な低温、9月上旬にも全国的な低温となり、広い範囲で大雨となった。寒暖の大きな変化が特徴の夏となった (図 6)。8月中旬の大雨発生時の模式図が気象庁報道発表資料 (図 5) として発表されているが、このような模式図は、梅雨末期の豪雨や、冷夏の原因を分析する際に用いられる模式図と類似している。

前述のように 2009 年以降全国的な「冷夏」となった年はないが、2018 年の西日本豪雨など、大雨被害の頻度は高い。

1991 年以降の 5～10 月の北日本・東日本・西日本の気温の平年値に対する変化を気象庁ホームページの資料から作成し、巻末資料 A に示した。

2010 年以降、平均気温が夏をとおして全国的に低い「冷夏」はなく、平均気温が平年を上回る年が続いているが、いったん梅雨明けした後に、広い範囲で天候不順となり全国的に低温となり、その後再び高温となった年が多く、2011年 (7月下旬、8月下旬)、2014年 (8月中旬)、2017年 (8月中旬)、2018年 (8月中旬)、2019年 (8月下旬)、2021年 (8月中旬、9月上旬) が (図の○で囲まれた部分)、この条件にあてはまる。

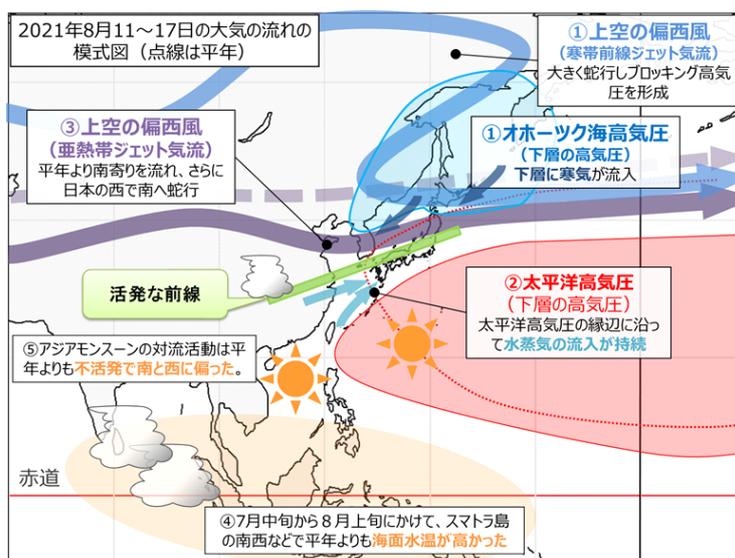


図 5 8月11～17日の大雨の解説

<https://www.jma.go.jp/jma/press/2109/13a/kentoukai20210913.html>

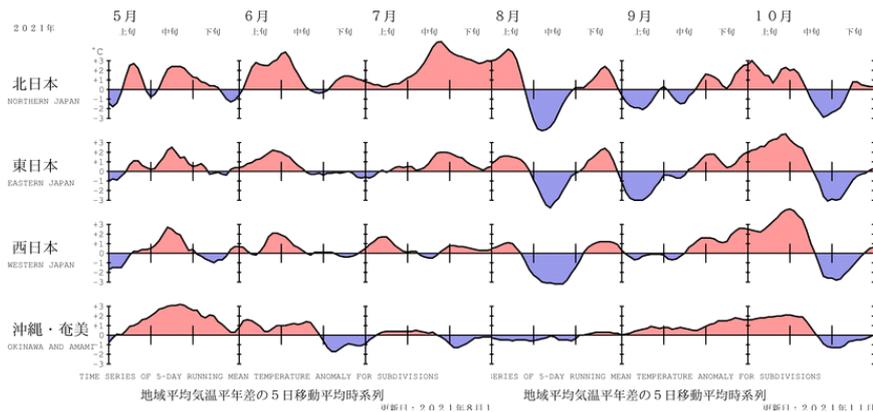


図6 2021年の気温変化（気象庁HP）

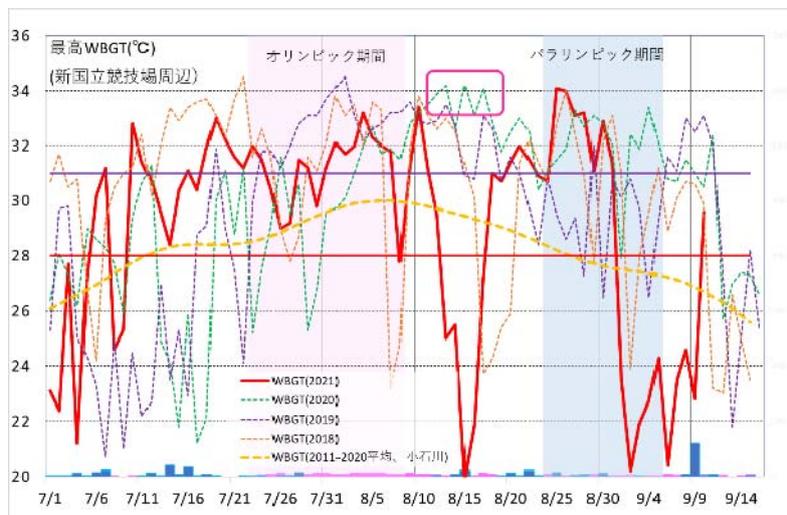


図7 新国立競技場周辺の日最高WBGT

近年の夏の特徴としては、冷夏は現れておらず、ほぼ毎年暑い夏になっているが、年によっては寒暖の変動が大きく、梅雨明け後であっても、全国的に気温が大きく下がり再び暑くなることも多い。

一旦気温が下がると、暑熱順化が失われ、その後の暑さで再び搬送者が増加しており、heat-spellによる搬送者の急増とともに、近年の搬送者の特徴といえる。ただ、2回目以降の暑さでは、図3の2020年のように、同じWBGTでも搬送者はやや少なくなる傾向にある。

巻末資料では、(i) 1990年代の低温と2010年以降の高温のコントラストが顕著で、ここ数年の夏は暑い夏が続いていること、(ii) 真夏になっても一時的な低温が現れやすく、気温変動の大きい夏が多いことがわかる。

3. 2021年東京五輪期間中の暑熱環境

東京オリンピックが開催された2021年は、図6に示すように、(i) 寒暖の変動が大きく、猛烈な暑さの期間と極端な低温の期間が交互に現れた、(ii) 北日本で7月中旬から8月上旬にかけて、例年のない暑さとなった。

全国平均では、オリンピック期間（7月23日～8月8日）は平年より高く、パラリンピック期間（8月24日～9月5日）の前半は平年より高く、後半は平年を下回った。

環境省では、オリンピックに向けて17か所でWBGTの観測を2018年から実施しており、メイン会場の新国立競技場周辺におけるWBGT日最高値の変化を図7に示した。

7月16日の梅雨明け以降8月10日までは晴天が続き、WBGTも32℃前後の日が継続したが、2020年の8月中旬のピーク値(図の□)を上回るほどではなかった。

8月10日以降は天候不順で、8月15日には20℃程度まで大きく低下した。

その後、8月20日頃から8月末までは再び晴天となり、WBGTも31℃前後まで上昇した(概ねパラリンピック開催期間の前半)。9月1日以降は再び雨天となり、WBGTは低く、パラリンピック期間後半は冷涼な天候となった。

札幌では、8月上旬に、WBGTの過去10年平均値を5℃程度上回る厳しい暑さとなった。競技が開催された8/5～8日の札幌の時刻別WBGTを図9に示したが、男女の競歩競技は、WBGTは29℃程度あり、日本スポーツ協会基準では「厳

重警戒」にあたる暑さで、2010～2020年の平均値よりも5℃程度高かった。マラソンは早朝に実施されたことから25～26℃程度であったが、平均的な年に比べると3℃程度高い状況であった。

環境省が、オリンピック会場のうち17か所で実施したWBGT観測について会場別のWBGT日最高値を図10および巻末資料Bに示した。

7月中旬から8月上旬及び8月下旬にかけて厳しい状況で、埼玉県などの内陸部の会場では31℃をかなり上回り、WBGT34℃を超える地区も現れるなど、厳しい暑熱環境であった。

2021東京オリンピック・パラリンピックはほとんどの競技が無観客で行われ、厳しい暑熱環境に伴う競技時間の変更などがあったが、熱中症による搬送者急増などの報道はなかった。

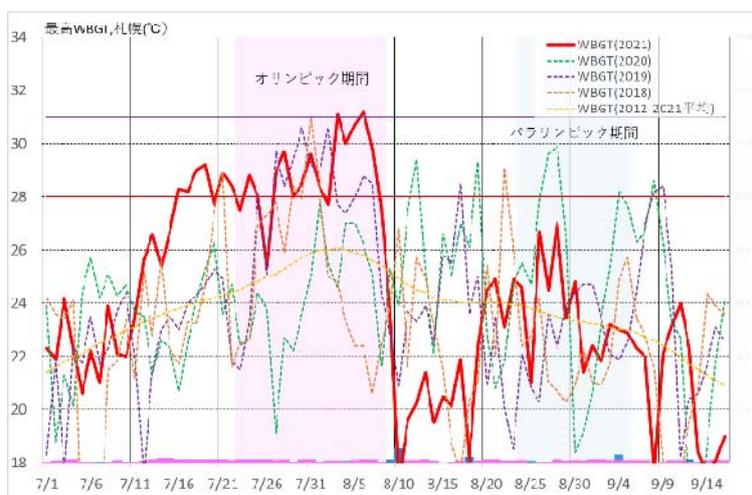


図8 札幌の日最高WBGT

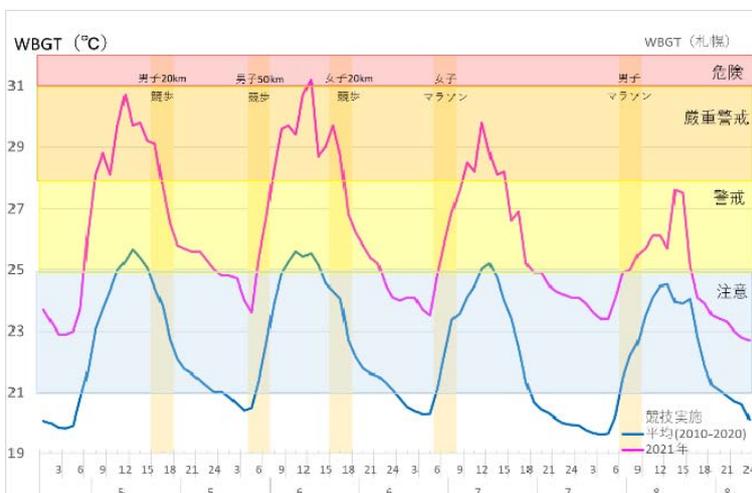


図9 競技実施日の時刻別WBGT(札幌)

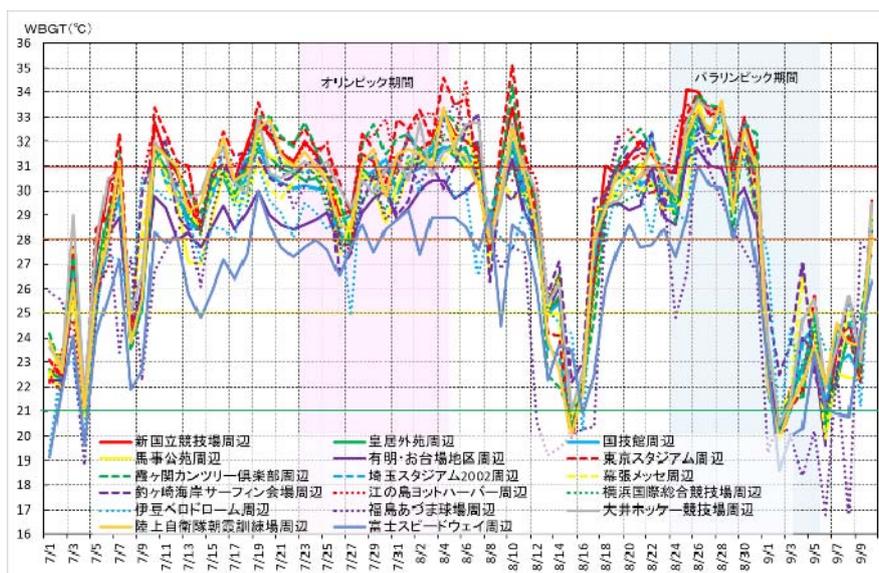


図 10 オリンピック会場の WBGT 日最高値

4. まとめ

2010 年以降の夏は、ひと夏をとおして「冷夏」となることはないが、寒暖の変動が大きい夏が多く、一旦暑さが収まっても注意が必要である。特に、6 都市平均で WBGT が 31°C を超えるような、全国的な厳しい暑さが 5 日程度続くと、搬送者が増加する傾向にあり、厳しい暑さが 7 月の早い時期にあるとさらに搬送者が増加する。

2021 東京オリンピック・パラリンピック期間も厳しい暑さとなったが、heat-spell があった 2018～2020 年ほどの厳しさではなかった。一方で、一部競技が実施された札幌では、競技実施時期が、例年になく厳しい暑さとなった。なお、オリンピック・パラリンピック期間の WBGT 値は、環境省オリンピック・パラリンピック暑熱環境測定業務の観測値を参照した。

F. 研究発表

1) 三宅 康史：東京オリンピック・パラリンピックのレガシー 天候不順とコロナ禍で決まった東京オリンピック・パラリンピックにおける熱中症対策. 第 49 回日本救急医学会総会・学術集会, 東京, 2021 年 11 月.

2) 三宅 康史：コロナ禍の大規模スポーツイベントにおける熱中症対策 無観客開催が最大の効果!?. 第 24 回日本脳低温療法・体温管理学会学術集会, さいたま, 2021 年 9 月.

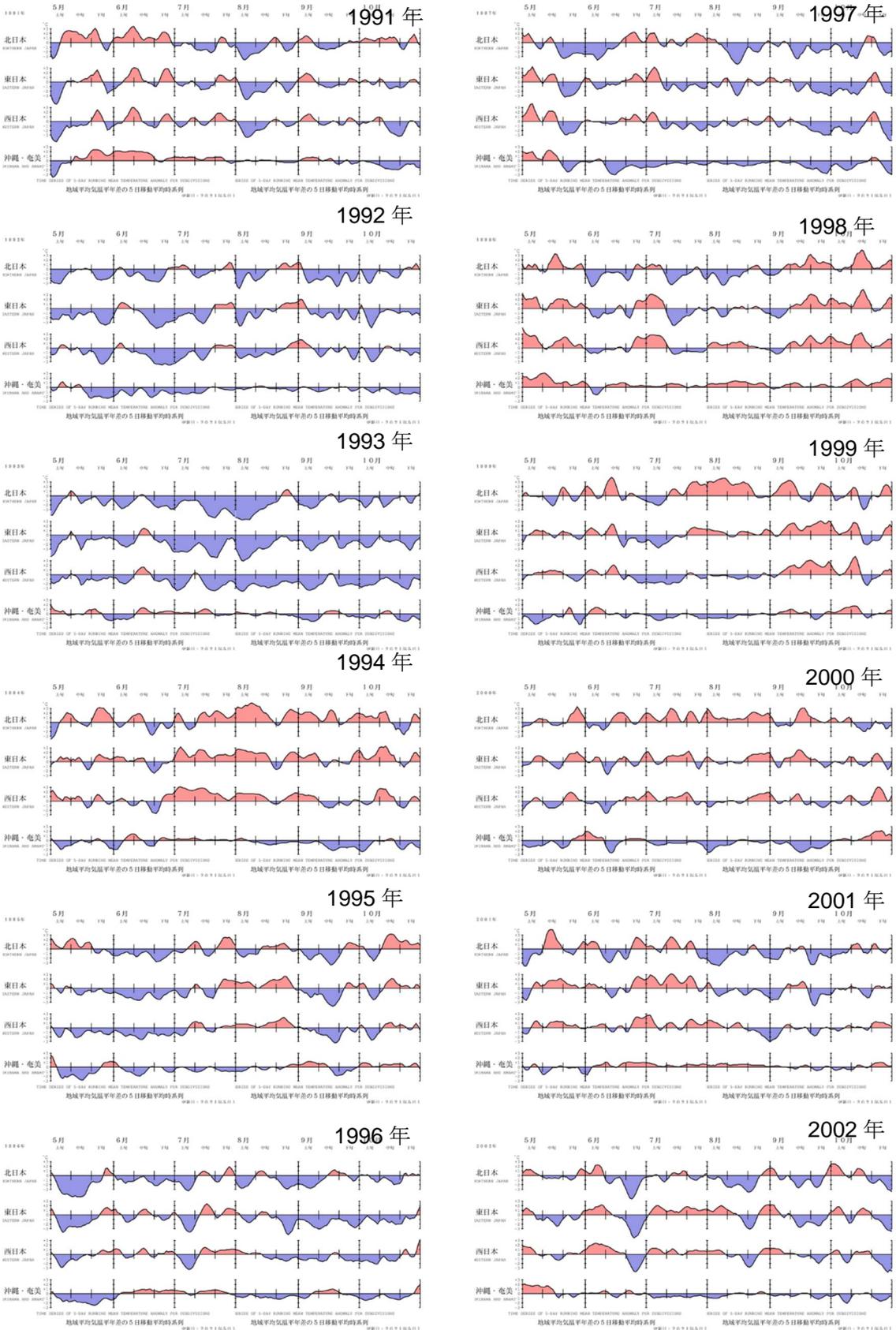
G. 知的財産権の出願・登録状況

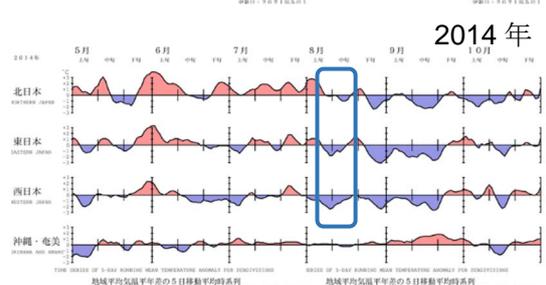
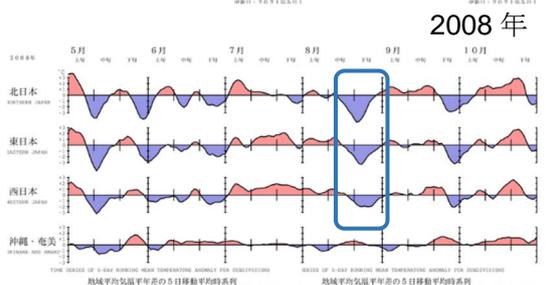
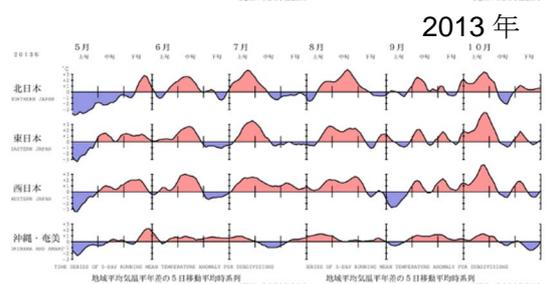
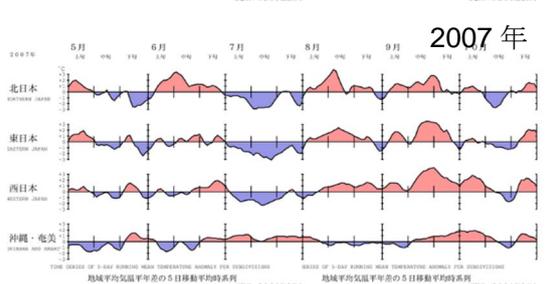
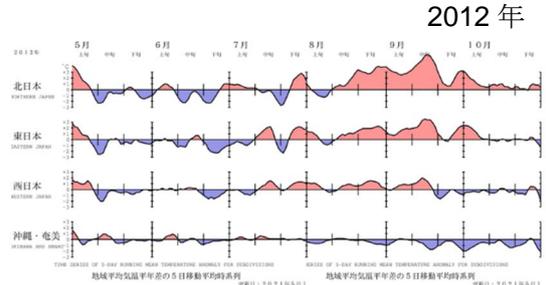
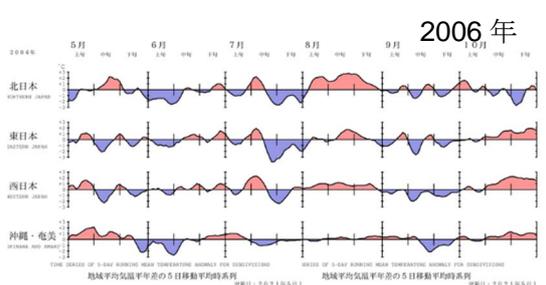
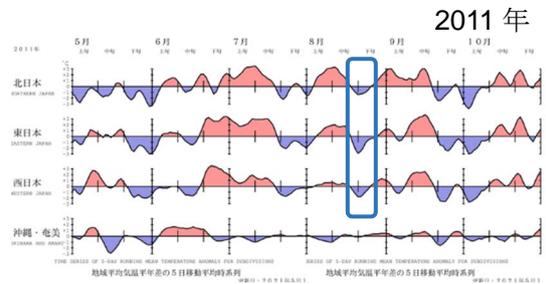
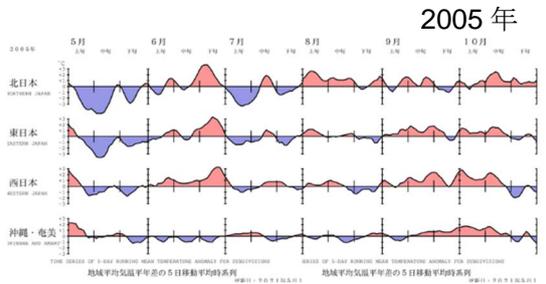
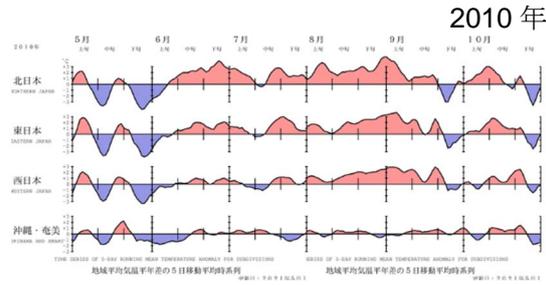
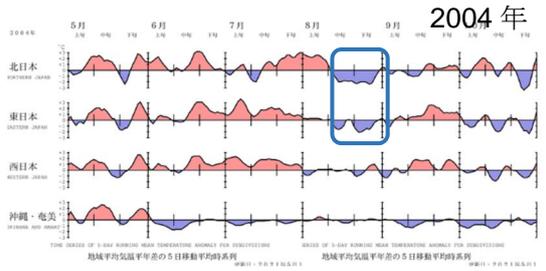
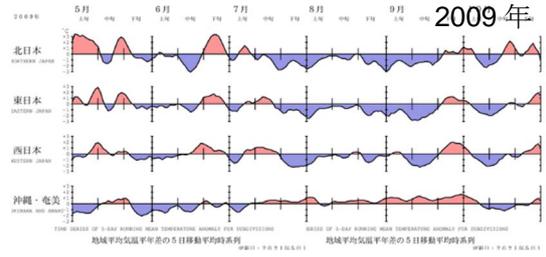
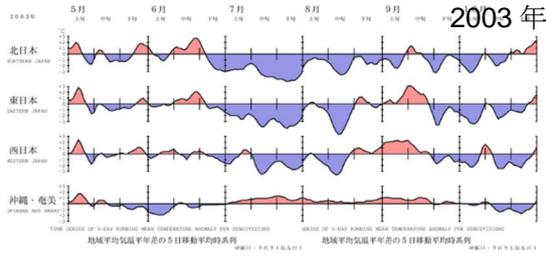
1. 特許取得
なし
2. 実用新案登録
なし
3. その他
なし

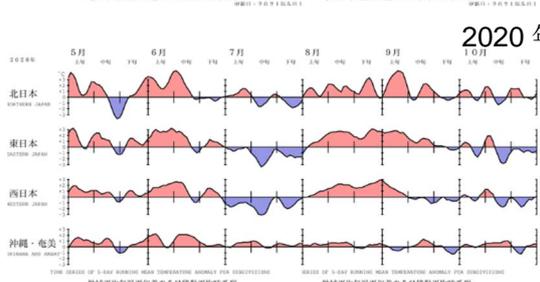
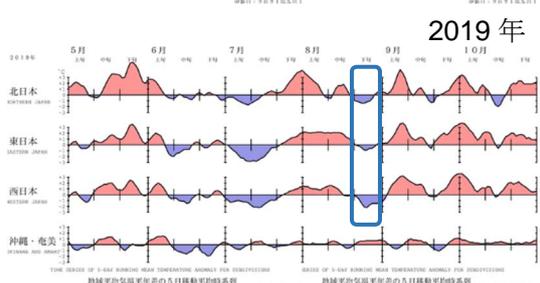
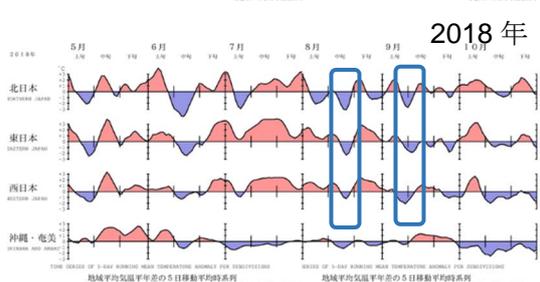
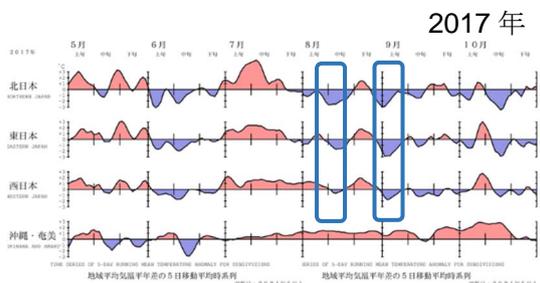
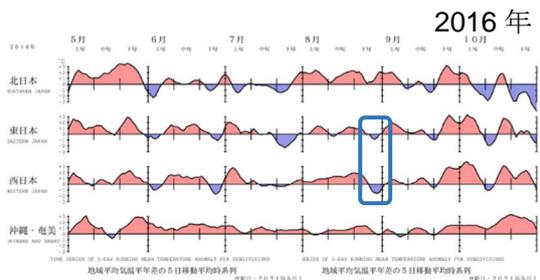
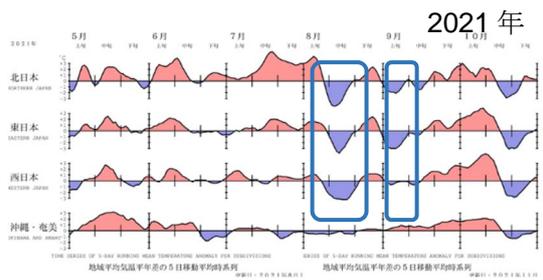
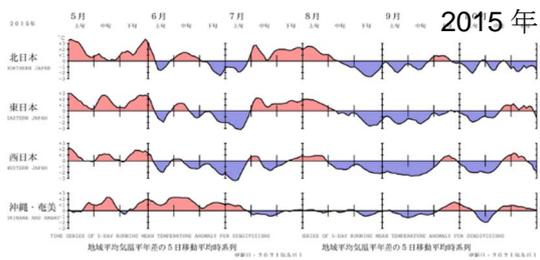
文 献

- 1) 消防庁：夏季における熱中症による救急搬送人員の調査、<https://www.fdma.go.jp/disaster/heatstroke/post3.html>
- 2) 環境省：熱中症予防情報サイト、<https://www.wbgt.env.go.jp/>
- 3) 気象庁：過去の地域平均気候データ、<https://www.data.jma.go.jp/gmd/cpd/db/longfest/>
- 4) 環境省（2022）：オリンピック・パラリンピック暑熱環境測定業務報告書.

巻末資料 A (5~10月の気温変化、気象庁ホームページ、一部改変)







巻末資料 B (東京オリンピック・パラリンピック会場周辺の WBGT)

	新国立競技場周辺		皇居外苑周辺		国技館周辺		馬事公苑周辺		有明・お台場地区		東京スタジアム周辺	
	最高	最低	最高	最低	最高	最低	最高	最低	最高	最低	最高	最低
2021/7/11	31.4	20.8	30.9	21	30.7	21.3	30.3	21.3	29.3	20.9	32.3	21.3
2021/7/12	30.7	20.4	30	21	30	21.5	29.6	20.7	28	21	31.2	20.3
2021/7/13	29.6	22.1	28.9	22.4	28.6	22.3	27.1	21.8	28.3	22.1	31	22
2021/7/14	28.4	22	28.4	22.1	28.4	21.9	27	22.1	27.7	21.7	28.5	21.7
2021/7/15	30.4	22.2	30.3	22.1	30	22.1	28.9	22.3	28.5	22.2	30.7	22.3
2021/7/16	31.1	23	30.5	23.7	30.6	24	30.7	23.1	29.4	23.5	32.4	22.1
2021/7/17	30.4	21.6	29.6	23.2	29.6	23.5	29.8	22.2	28.4	23.2	31.4	21.5
2021/7/18	31.9	22.7	31.3	23.1	30.6	23.5	30.3	23	29.1	22.9	31.6	21.7
2021/7/19	33	23.7	31.6	24.2	31.9	24.4	32.2	23.9	30	23.6	33.6	23.8
2021/7/20	32.2	23.4	31.4	23.7	30.6	24.1	31.4	23.8	29	23.5	32.3	23.8
2021/7/21	31.6	23	30.9	23.6	30.3	24.1	31.2	23.6	28.6	23.5	32.1	23.4
2021/7/22	31.2	23	30.7	23.7	30.1	24.2	31	23.5	28.4	23.6	31.9	23.5
2021/7/23	32	23	30.4	23.8	30.2	24.2	31	23.7	28.6	23.8	32.5	23.5
2021/7/24	31.5	23.2	30.5	24.1	30.1	24.5	31	23.5	28.8	23.6	31.7	23.7
2021/7/25	30.4	22.7	30	23.9	30	24	30.6	23.3	29.1	23.7	31.8	22.6
2021/7/26	29	22.1	28.2	22.1	27.8	21.8	29.4	21.9	27.8	21	30.3	21.4
2021/7/27	29.2	21	27.9	20.9	28.6	20.8	28.1	20.9	27.8	20.7	29	20.9
2021/7/28	31.5	22.6	30.9	22.9	30.5	22.9	30.7	22.9	29.1	23	32.3	22.2
2021/7/29	31.2	23.1	30.5	23.8	30.8	24.3	30.3	23.2	29.7	23.7	31.7	23
2021/7/30	29.8	23	30.9	24.2	31.3	23.7	28.7	24.1	30	24.2	30.3	23.1
2021/7/31	31.2	22.6	30.1	23.1	29.9	23.4	30.2	23.2	28.8	23.4	32.9	23.2
2021/8/1	32.1	23.1	31.2	23.7	30.7	24.2	31.3	23.6	29.3	23.6	32.5	23
2021/8/2	31.7	24.3	31.1	25	30.9	25.2	31.3	24.7	30	24.8	33.3	23.9
2021/8/3	32	25	31.5	25.2	31.1	25.6	31.8	25	30.4	25.4	32.1	25.1
2021/8/4	33.2	24	31.8	24.8	31.8	25.2	33.2	24.5	30.4	24.7	34.6	23.8
2021/8/5	32.3	22.7	31.4	23.6	31.7	24.3	32.1	23.1	29.7	23.5	33.5	23.4
2021/8/6	32	23.1	30.9	24.1	31.7	24.5	30.9	23.7	30	24	33.8	23.5
2021/8/7	31.8	24.7	31.1	25.4	30.5	25.6	31.3	25.1	30.4	25	31.1	24.3
2021/8/8	27.8	24.3	27.5	24.3	27.5	24.3	27.5	24.2	27.6	24.2	27.7	24.2
2021/8/9	31.2	25	30.1	25.3	29.8	25.3	30.1	24.4	29.8	25.1	32	24.6
2021/8/10	33.4	23.1	31.8	23.5	32.7	23.4	32.1	23.1	31.3	23.2	35.1	22.9
2021/8/11	31.1	22.4	29.9	22.8	29.9	22.9	31.3	22.3	29.1	22.6	31.6	21.9
2021/8/12	29.5	23.3	28.1	23.3	27.7	23.2	28.1	23.5	28.1	23.1	28.8	23.1
2021/8/13	25	20.2	25	20	25	20	24.9	20.1	25.1	19.7	24.2	20.3
2021/8/14	25.5	19.9	25.7	19.9	25.4	20.1	25	19.4	26.1	20.3	24.1	19
2021/8/15	20	18.3	20	18.3	20.2	18.3	20	18.1	20.3	18.3	19.9	18.1
2021/8/16	21.9	18.8	22.1	18.9	22.1	18.8	21.8	18.6	22.2	18.8	21.9	18.7
2021/8/17	27.2	20.7	28	20.8	27.3	20.7	26	20.6	26.6	20.6	26.4	20.5
2021/8/18	31	23.3	30	23.6	29.9	23.8	29.6	23.4	29.3	23.3	30	23
2021/8/19	30.7	23.4	30.5	23.9	30.9	24.1	29.8	23.6	29.5	23.9	30.7	22.9
2021/8/20	31.4	23.4	30.7	23.8	30.4	24	30.2	23.4	29.2	23.6	31.2	22.5
2021/8/21	32	23.2	31.1	23.7	30.2	23.8	31.1	23.4	29.4	23.2	31.5	22.6
2021/8/22	31.5	24	30.9	24.4	30.6	24.6	30.2	24	31	24.2	31.5	23.8
2021/8/23	30.9	21.7	30.9	21.8	29.4	21.4	29.9	24.2	28.9	21.8	30.8	24
2021/8/24	30.7	23	29.4	23.5	29.4	23.5	29.5	23.6	28.6	23.2	30.7	23.6
2021/8/25	34.1	24.5	32	24.5	31.3	24.9	32.2	24.2	31.3	24.4	33.1	24
2021/8/26	34	25.6	32.9	25.9	32.6	25.9	33.8	25.6	31.7	25.6	34	25.2
2021/8/27	33.1	25.5	32.1	25.7	32.2	25.8	31.9	25.3	31	25.6	33.3	25.2
2021/8/28	33.2	23.8	32.1	24.9	32	25.3	32.2	24	30.9	25.1	33.4	24.1
2021/8/29	31.1	23.9	30	24.1	29.7	24	30.5	23.5	29.6	23.9	30.5	23.9
2021/8/30	32.9	24.5	31.9	24.8	31.8	24.9	31.8	24.5	30.1	24.3	33	24.1
2021/8/31	31.4	20.9	30.7	21	29.4	20.6	29	21.5	28.8	20.9	30.2	20.5
2021/9/1	23.5	17.7	23.6	18.1	22.9	18	23.3	17.8	23	18	22.3	17.7
2021/9/2	20.2	18.2	20.2	18.2	20.1	18	19.8	17.9	20.3	18.1	19.9	17.9
2021/9/3	21.9	18.6	21.7	18.5	21.5	18.5	21.1	18.4	21	18.5	21.1	18.3
2021/9/4	22.7	18.9	22.7	19	22.7	19	22.3	18.6	24	18.9	21.8	18.5
2021/9/5	24.3	18.4	23.6	18.3	24.7	18.2	23.6	18.2	23.4	18.3	25.8	18.1
2021/9/6	20.4	17.3	20.7	17.4	20.1	17.3	20.5	17	19.6	18.1	21	16.8
2021/9/7	23.5	15.7	22.2	16	22.8	16	22.6	15.1			23.7	15.2
2021/9/8	24.6	15.4	24.1	15.9	23.3	16.1	22.4	15.4			24	15.5
2021/9/9	22.8	18	22.6	17.9	22.4	17.7	22.4	17.5			22.2	17.5
2021/9/10	29.6	20.1	28.8	20.6	28.3	21	29	19.7			29.5	19.5

「オリンピック・パラリンピック暑熱環境測定業務報告書」より

	霞ヶ関カンツリー倶楽部		埼玉スタジアム2002		幕張メッセ周辺		釣ヶ崎海岸サーフィン		江の島ヨットハーバー周辺		横浜国際総合競技場	
	最高	最低	最高	最低	最高	最低	最高	最低	最高	最低	最高	最低
2021/7/11	31.7	20.3	30.3	20	30.7	21	32	20.3	31.4	22	31.7	21.7
2021/7/12	30.8	19.5	30.3	20.3	29.9	20.5	29	19.9	30.2	21.8	30.9	21
2021/7/13	30	22	28.4	22	29.3	21.9	28.4	21.5	31	22.6	29.1	22.2
2021/7/14	29.1	21.4	28.9	21.9	28.4	21.5	28.4	21.9	28.2	22.3	28.2	22.4
2021/7/15	30.4	21.1	29.7	21.8	30.1	22	30.7	22.6	31.3	22.9	30.8	23
2021/7/16	30.7	20.8	31.8	22.9	31.1	23.5	31.1	22.8	31.4	23.8	30.9	23
2021/7/17	29.9	20.3	30.2	21.8	29.5	22.7	30.3	21.4	31	22.9	29.4	22.1
2021/7/18	31	20.1	31.4	22.6	29.7	23.5	31.2	21.6	31.6	23.1	29.4	23
2021/7/19	33	22.8	32.4	23.4	31.2	24.5	31.4	23	32.7	24.5	32.1	23.8
2021/7/20	33	23.1	32.9	23.6	30.1	24.1	30.5	21	32.2	24.8	31	23.7
2021/7/21	32.2	22.2	31.1	23.1	29.7	23.7	30.2	21.6	31.7	24.5	30.8	23.7
2021/7/22	31.8	21.7	30.9	23.4	30.3	24	30.6	21.7	31.1	24.6	30.9	23.6
2021/7/23	32.8	22.3	30.7	22.9	31.1	23.7	31	21.7	31.9	24.5	30.7	23.7
2021/7/24	31.7	23.4	31	23.3	30.8	23.9	31.3	22.2	31.4	24.4	30.7	23.9
2021/7/25	30.7	21.3	30.3	22.9	29.9	22.9	30.7	22.1	32	23.7	29.2	23.6
2021/7/26	29.7	21.8	28.7	21.5	27.4	20.7	26.6	20.6	28.1	23.3	28.7	22.4
2021/7/27	27.7	20.7	29	20.5	28.8	20.5	27.5	20.5	27.5	21	29.3	21.1
2021/7/28	31.9	21.5	31.1	22	30.5	22.5	29.5	22.9	32.1	23.6	29.7	23
2021/7/29	32.7	22.9	31.4	23.2	30.5	24.8	30.6	23.9	32.2	24.9	30	23.5
2021/7/30	31.5	22.8	30.8	23.4	29.9	23.7	30.1	22.7	32.9	24.6	29.2	23.2
2021/7/31	32.1	22.9	30.9	22.5	29.5	22.6	29	22.2	30.6	23.7	30.9	23.7
2021/8/1	32.3	21.8	32.3	23.1	30.6	23.1	29.6	22.7	32.4	24.2	30.5	23.6
2021/8/2	31.6	22.8	31.5	24	31.6	24.5	31.6	23.7	33	24.7	31.8	24.5
2021/8/3	31.3	24.6	31.7	25.5	30.9	25.4	31	24.7	33.2	25.7	30.8	25.3
2021/8/4	33.3	23.7	33	24.3	31.2	24.5	30.1	23	32	25.3	32.3	24.6
2021/8/5	32.8	22.6	31.8	23.3	32	22.7	31	21.7	32.1	23.8	31.5	22.8
2021/8/6	31.6	22.7	31.2	23.5	32.7	24.2	32.5	24.3	34.5	24.5	31.8	24
2021/8/7	31.3	23.7	30.7	25.2	30.8	25.3	33.1	25.2	30.2	25.4	31.9	25.4
2021/8/8	28.9	24.3	28.4	24.3	26.7	24.6	26.3	24.5	27.6	24.3	28.1	24.4
2021/8/9	31	23.9	30.9	24.7	30.5	25.2	30.1	25.1	30.5	25.4	29.9	25
2021/8/10	34.3	22.2	32	22.9	29.7	22.9	29.6	23	30.4	24.9	30.9	23
2021/8/11	30.8	20.5	29.6	21.9	29.9	22.1	30.6	21.9	31.4	23.6	29.8	22.7
2021/8/12	29.6	21.9	28.9	22.1	28.3	22.8	27.8	22.4	30.4	23.6	29	23.7
2021/8/13	22.5	20.1	23.5	19.9	25.1	20.1	25.8	21.8	25.6	21	25.5	21.1
2021/8/14	22	19	23.3	19.1	26.6	20.6	27.1	21.4	26.5	20	26.6	19.8
2021/8/15	21	18	20.4	18.1	20.7	18.7	22.2	19.3	20.1	18.6	20.3	18.6
2021/8/16	22.1	18.8	22.7	18.8	22.6	19.3	23	20	21.8	19	22	19
2021/8/17	24.8	20.7	27.1	20.9	29.2	20.7	29.7	20.7	29.2	20.7	25.8	20.9
2021/8/18	28.9	21.2	29.9	23.6	29.3	24.4	29.8	23.5	29.6	23.8	29.5	23.3
2021/8/19	31.2	20.6	30.7	22.5	30.1	24.8	31	24.2	32.1	23.9	29.4	23.6
2021/8/20	32	20.1	31	22.6	30.8	24.7	31.6	24.1	32.5	24.1	29.7	23.4
2021/8/21	32.5	22.7	30.3	23.1	29.9	24.4	31.7	23.5	31.7	24.5	29.9	23.5
2021/8/22	31.7	23.9	32.4	24.8	30.3	25.2	32.3	23.6	29.9	24.9	30.2	24.4
2021/8/23	31.1	22.4	30	22.2	29.2	21.6	29.3	21.9	30.3	24.7	30.2	23.8
2021/8/24	28.7	23.4	30.1	22.9	29.3	22.3	31.1	22.5	32.4	24.2	29.6	23.9
2021/8/25	32.6	24.3	31.6	24.2	29.8	25.3	32.3	24.6	33.6	25.3	31.4	24.8
2021/8/26	33.9	24.3	33	25	33.5	24.9	33.2	24.4	32.9	25.7	33.2	25.6
2021/8/27	33.5	25.3	32.3	24.8	32.4	25.4	31.5	24.3	32.2	26	32.3	25.6
2021/8/28	33.4	24.5	33.2	24.5	32.4	24.3	32.2	24.2	33.6	25.7	32.9	24.9
2021/8/29	28.2	23.2	30.4	23.6	30	23.6	29.7	23.3	30.5	25	31.1	24
2021/8/30	32.8	23.2	32.8	23.5	31.6	23.5	32	22.5	32.7	25.1	31.3	24.5
2021/8/31	32.3	20.1	30.7	20.2	29.8	20.4	29.4	22.8			30.8	22.3
2021/9/1	21.9	17.8	21.7	17.9	23.3	18.3	25.3	19.3			23.6	18.1
2021/9/2	20.2	17.8	20.1	17.9	21	18.1	22.5	18.4			20.6	18.3
2021/9/3	21.4	18.5	21	18.5	21.7	18.8	23.7	19.2			21.3	18.6
2021/9/4	21.6	18.6	23.8	18.7	26.4	19.2	27	19.2			22.9	19
2021/9/5	24.8	18.4	24.7	18.3	24.3	18.3	22.6	19.4			24.7	18.5
2021/9/6	20.3	17.2	21.2	16.8	19.9	16.7	21	16.8			20.6	17.3
2021/9/7	24.5	14.8	24.2	15.4	22.4	15.4	22.5	15.7			22.4	15.3
2021/9/8	24.4	16.6	24.6	15	25	15.8	25.7	15			23.9	15.8
2021/9/9	24.7	17.5	23.9	17.5	23.7	18.5	23.5	20.8			22.7	17.7
2021/9/10	28.4	18.1	28.6	20.2	28.9	20.5	28.3	20.3			29	20.1

「オリンピック・パラリンピック暑熱環境測定業務報告書」より

	伊豆ペドローム周辺		福島あづま球場周辺		大井ホッケー競技場		陸上自衛隊朝霞訓練場		富士スピードウェイ周辺	
	最高	最低	最高	最低	最高	最低	最高	最低	最高	最低
2021/7/11	29.7	20.3	27.6	19.2	31.4	21.2	31.4	20.8	27.9	19.6
2021/7/12	29.6	19	28.4	19.2	29.6	20.7	31	20.3	28.1	19.3
2021/7/13	29	21.1	28.7	19.4	29.7	21.7	29.1	22.2	25.8	19.3
2021/7/14	27.1	20.7	26.1	20.3	29.9	21.4	29.5	21.9	24.8	18.9
2021/7/15	28.5	20.8	29.1	19.8	31.2	22.3	31.1	22.1	25.9	18.4
2021/7/16	28.4	21.5	30.8	19.8	31.7	23.2	32.1	22.6	27.2	18.7
2021/7/17	28	20.6	31.5	20	30.3	22.6	30.4	22.1	26.4	16.3
2021/7/18	30.7	20.2	31.5	19.4	29.9	23.1	30.7	22.5	27.4	18.2
2021/7/19	31	21.3	32.6	20.8	33	23.4	32.5	23.8	30	21.2
2021/7/20	29.6	22.2	32.6	21.5	30.7	23.6	32.9	23.8	28.6	20.1
2021/7/21	29.1	21	31.2	20.9	30.5	23.2	31.5	23.5	27.7	18.7
2021/7/22	28.1	20.7	29.3	22.2	30.8	23.7	31	23.7	27.3	18.4
2021/7/23	29.5	20.5	30.2	21	31.2	23.4	31.6	23.6	27.7	19.6
2021/7/24	29.1	21.2	31.1	20.7	30.9	23.2	31	23.8	28	19.2
2021/7/25	28.4	21.1	29.6	21.2	31.2	22.9	30.4	23.1	27.6	18.3
2021/7/26	28.9	21.1	27.7	19.2	30.1	21.1	28.6	21.7	26.5	19.7
2021/7/27	24.9	19.8	27.3	20.7	29.3	21.1	28.4	20.5	27.7	19.7
2021/7/28	30.6	21.1	30.3	20.7	30.4	22.6	31.1	22.2	28.6	20.1
2021/7/29	30.1	21.1	30.7	21	29.9	23.3	31.7	23.3	27.5	21.2
2021/7/30	30.1	20.7	28.8	21.4	30.9	23.4	29.8	23.6	28.4	20.5
2021/7/31	29.4	21.4	29.4	22.1	31.3	22.9	31.5	23.4	28.8	19.8
2021/8/1	31.5	21	31	21.5	30.4	23.3	31.7	23.6	29.2	19.1
2021/8/2	29.9	20.3	30.3	21.2	32.8	24.4	31.5	24	27.4	20.2
2021/8/3	32	23.2	30.9	23.2	30.6	25	31	25.4	28.9	21.3
2021/8/4	31	22.4	32.8	22.7	31.6	24.6	33.4	24.3	28.9	20.3
2021/8/5	29.7	20.6	33.6	22.7	31.8	23.1	31.6	23.3	28.9	19.4
2021/8/6	30.1	22.7	32.4	23.1	32.7	23.6	31.4	23.6	28.5	18.9
2021/8/7	26.5	23.2	31.9	20.9	32.8	24.7	30.2	24.7	27.6	19.5
2021/8/8	28.7	22.7	28.2	23.6	27.9	24.4	27.9	24.3	29.1	21.5
2021/8/9	28.1	23.4	26.8	23.6	29.5	25.4	30.1	24.5	24.5	21.5
2021/8/10	27.6	21.5	27.7	20.4	32.4	22.9	32.6	22.9	28.6	19.9
2021/8/11	29.1	20.3	27.5	17.9	31	22.1	30.6	22.1	28.2	19.7
2021/8/12	27.6	21.3	20.6	17.6	29.9	23.6	28.5	22.8	26.1	20.6
2021/8/13	25.1	20.1	19.2	17.4	25.4	20.4	23.9	19.9	22.3	18.7
2021/8/14	24.6	22.3	19.5	16.6	26.2	20.7	22.7	19	23.7	20.7
2021/8/15	24.2	17.9	20	16.2	21	18.6	20.1	18.1	23.5	17.5
2021/8/16	20.2	18.4	20.3	16.9	22.7	19.1	21.8	18.6	20.9	17.7
2021/8/17	28	19.3	20.4	17.6	27.8	20.6	28.1	20.6	22.5	18.3
2021/8/18	27.9	21.3	28.9	19.6	29.4	23.5	29.2	23.3	26.1	19.4
2021/8/19	30.2	21.5	32.2	19.9	29.6	24.2	30.7	22.1	27.6	19.7
2021/8/20	30.2	21.5	31	20.7	30.3	23.8	30.3	22.7	28.6	20.4
2021/8/21	29.9	20.9	29.6	21.3	30.5	23.9	30.6	22.7	27.7	20
2021/8/22	28.2	22.2	30	22	31	24.5	31.8	24.5	27.8	21.2
2021/8/23	31.2	22.7	29.7	19.7	31	23.4	30.3	21.9	28.4	21.1
2021/8/24	29.3	22.4	24.8	19	29.8	23.1	29.9	23.3	27.3	20.4
2021/8/25	28.6	23.2	26.6	21.3	32.8	24.7	32.2	24.3	28.9	21.6
2021/8/26	33.2	23	32.5	22.5	33.7	25.3	33.3	25.2	31	21.7
2021/8/27	32.1	23.1	30.7	20.9	33.3	25.1	32.4	25.4	30.2	22
2021/8/28	33.2	22.6	29.6	18.1	33.1	24.7	33.7	23.8	30.1	21.5
2021/8/29	30	22.9	28.4	18.1	32	23.5	29.1	23.6	28	21.5
2021/8/30	31.3	22.8	27.6	18.2	31.8	24.2	32.5	23.6	29.7	21.1
2021/8/31	29.2	21.8	26.7	16.5	31.2	21.8	31	20.3	27	20.3
2021/9/1	27.3	17.8	19.3	15.9	23.9	18.2	22	17.7	22.9	17
2021/9/2	20.1	17.9	20.8	16	20.5	18.3	19.9	17.8	18.6	17.2
2021/9/3	24.4	17.8	20	16.5	21.4	18.7	21.2	18.3	20	17.3
2021/9/4	22	18.3	18.4	16	24.7	19.1	22.2	18.5	20.3	17.5
2021/9/5	25	18.2	20.2	15.8	25.6	18.5	23.7	18.2	23.4	17.2
2021/9/6	23.5	15.3	16.8	14.8	22	17.2	22.1	16.9	21.1	13.4
2021/9/7	23.6	14.7	22.7	13.8	23.6	15.5	24.6	15.3	20.9	12.3
2021/9/8	25.6	14.1	16.9	13.2	25.7	15.6	23.8	15.5	20.8	13.5
2021/9/9	21.2	18.4	27.9	16.1	23	17.9	23.7	17.6	24.3	17.2
2021/9/10	28.4	18.6	27.3	16.6	29.5	20.4	28.2	19.5	26.3	18.4

「オリンピック・パラリンピック暑熱環境測定業務報告書」より

熱中症死亡の剖検診断に関する研究

研究分担者 一杉 正仁 滋賀医科大学社会医学講座法医学部門 教授

研究協力者 中村 磨美 滋賀医科大学社会医学講座法医学部門 准教授

高相 真鈴 滋賀医科大学社会医学講座法医学部門 助教

研究要旨

剖検診断における問題点を見出すことで、剖検例における熱中症発症状況の適切な把握に向けた提言を行うことを目的に、熱中症剖検例の所見について調査を行った。滋賀医科大学社会医学講座法医学部門において解剖を実施した症例の中で熱中症または熱中症疑いと診断されたものについて、臓器の肉眼および顕微鏡所見、検体検査所見および病歴を確認し、診断根拠を検証した。2011年4月1日から2022年3月31日までの10年間で、当教室において熱中症または熱中症疑いと診断された解剖事例は8例であった。診断に最も有力な根拠となったのは、いずれも検視時の高体温であった。肉眼的所見、検査所見ともに全症例で共通してみられる変化は無かった。熱中症およびそれによる死亡の病態が器質的変化を伴わない機能的なものであることを示し、臨床症状を評価できない死体の診断は困難であると考えた。

A. 研究目的

熱中症剖検例の所見について調査を行い、剖検診断における問題点を見出すことで、剖検例における熱中症発症状況の適切な把握に向けた提言を行う。

（倫理面への配慮）

解剖症例の検体および情報の研究利用については、滋賀医科大学倫理審査室において審査され、認可されている。（承認番号 R2014-010）

B. 研究方法

滋賀医科大学社会医学講座法医学部門において解剖を実施した症例の中で熱中症または熱中症疑いと診断されたものについて、臓器の肉眼および顕微鏡所見、検体検査所見および病歴を確認し、診断根拠を検証する。その際、これまで熱中症の剖検診断で報告されてきた肺水腫や脳浮腫、横紋筋融解症所見、DIC所見など^{1,2)}が認められるかを確認する。

C. 研究結果

2011年4月1日から2022年3月31日までの10年間で、当教室において熱中症または熱中症疑いと診断された解剖事例は8例であった。発生場所は3例が車内、2例が自宅、3例が屋外であった。基礎疾患として、3例に精神疾患があり、2例に神経変性疾患があった。

検視時の直腸温はいずれも相対的高値であり、熱中症診断の根拠となっていた。死後6時間以上経過しているにも関わらず40℃を超えているものが半数あった。

組織所見では、2例に心筋または横紋筋の変性所見を認め、3例に肺水腫を認めたが、その他には特記すべき異常を認めなかった。

血中CRPは1例を除いて全て基準値以下だった。尿中ミオグロビンは4例で測定されたが、そのうち1例は陰性だった。試験紙による尿簡易検査は尿中ミオグロビンを測定されていない2例で実施されていたが、そのうち1例は潜血陰性であった。

D. 考察

当教室で熱中症による死亡と診断できた解剖症例は、10年間で8例であった。人口動態統計から報告されている2013～2019年の7年間の滋賀県における熱中症死亡者数は51人であり³⁾、そのうち1割強を解剖で診断していることになる。しかし、当教室で扱った症例はいずれも死後48時間以内のものであるが、それを過ぎると季節柄腐敗変化が強くなるため器質的異常の除外が困難となる。熱中症死亡の可能性がありながらも、死後変化のため診断がつかず熱中症死亡数に計上されない症例が複数あると推測される。

解剖症例において、その診断に最も有力な根拠となったのは、検視時の高体温である。その他肉眼的所見、検査所見ともに全症例で共通してみられる変化は無かった。熱中症診療ガイドライン⁴⁾では重症熱中症の診断基準として①中枢神経障害、②肝障害、③腎障害、④DICのいずれかとし、スコア化により死亡リスクを評価できるとしているが⁵⁾、このうち死後に評価が可能であるものは肝臓の器質的変化、腎臓の器質的変化、DICによる微小血栓である。解剖症例の中で、形態的に肝臓や腎臓の異常を確認できるものはなく、微小血栓も認められなかった。このことは、熱中症およびそれによる死亡の病態が器質的変化を伴わない機能的なものであることを示し、臨床症状を評価できない死体の診断は困難であると考えられる。

E. 結論

10年間で熱中症と診断し得る解剖症例を8例認めたが、いずれも高体温をもとにした診断であり、臓器所見や検査所見に特定の傾向を認めなかった。臨床症状を評価できない死体の熱中症診断は困難であると考えられる。

F. 研究発表

特になし

G. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得
なし
2. 実用新案登録
なし
3. その他
なし

文 献

- 1) Lifschultz BD, Donoghue ER. Forensic pathology of heat-and cold-related injuries. Clin Lab Med. 1998 Mar;18(1):77-90. PMID: 9523065.
- 2) Palmiere C, Mangin P. Hyperthermia and postmortem biochemical investigations. Int J Legal Med. 2013 Jan;127(1):93-102. doi: 10.1007/s00414-012-0722-6. Epub 2012 Jun 5. PMID: 22669324.
- 3) 都道府県別にみた熱中症による死亡数の年次推移(平成25年～令和元年). 厚生労働省. <https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/tokusyuu/necchusho19/dl/kenbetsu.pdf>
- 4) 新型コロナウイルス感染症流行下における熱中症対応の手引き(医療従事者向け)2020

年 7 月 15 日：新型コロナウイルス感染症の流行を踏まえた熱中症診療に関するワーキンググループ、日本救急医学会・日本臨床救急医学会・日本感染症学会・日本呼吸器学会編

- 5) 神田潤,三宅康史,門馬秀介,他：熱中症重症度スコアと予後の関係. ICU と CCU. 2014 ; 38 : 411-7.

コロナ下における蒸散冷却の安全性に関する実験

研究分担者 神田 潤 帝京大学医学部救急医学講座 助教

研究要旨

【目的】

COVID-19 流行下における熱中症診療として、蒸散冷却法は体表面から水分が気化する際にエアロゾルを発生する危険が否定できない。仮に、体表面がウイルスで汚染されていたら、エアロゾルが拡散することにより、感染拡大・クラスター発生の危険が大きくなる可能性があり、日本救急医学会など4学会は蒸散冷却法の代替の冷却法の実施を推奨した。本研究では、蒸散冷却法により、体表面から水分が気化する際にエアロゾルをどの程度発生するのかを明らかにすることを目的とする。

【方法】

微粒子可視化システムにより、クリーンルームで静穏な状態を維持しながら、体表面温度を40℃に維持した人体模型に蒸散冷却法を行い、概ね5 μ m以上の飛沫の飛散状況を可視化した。また、複数台のパーティクルカウンターを模擬ベッド周囲に配置して、蒸散冷却による得エアロゾル発生量を時系列で測定した。人形表面温度は40℃、風速は2.5m/sec（扇風機相当）として、水分は微温湯(40℃)を吹きかけて、蒸散冷却を行った。

【結果】

人形表面温度が低下して、蒸散冷却の効果をみとめたが、エアロゾルの発生はなかった。

【考察】

水分の蒸発に伴うエアロゾル発生は、80℃程度の高湿環境下で認められる現象であり、熱中症患者の40℃程度では、水分の蒸発に伴う気化熱の消費により蒸散冷却を行ったとしても、エアロゾルは発生しない。従って、蒸散冷却法自体による感染のリスクはないと考えられる。しかし、COVID-19が否定できない熱中症患者に対して、蒸散冷却法を行う場合は、冷却法自体のリスクはなくとも、会話や咳などにより飛沫を通じた感染のリスクは残存するので、医療従事者は厳重な感染対策を行いながら処置を行うことに変わりはない。

【結語】

微粒子可視化システムにより、熱中症患者の40℃程度では、水分の蒸発に伴う気化熱の消費により蒸散冷却を行ったとしても、エアロゾルは発生しないことを確認した。蒸散冷却法自体によるCOVID-19感染のリスクはないと考えられる。

蒸散冷却は、エアロゾル発生により体表面を湿らせ、熱を奪うことで体温を下げるものです。熱中症と新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の症状との鑑別が困難な場合があり、発生したエアロゾルを介して体表でウイルスが拡散する危険性があるため、日本ではこの方法は安全ではないと考えられている。

A. 研究目的

COVID-19 パンデミック時の熱中症患者に対する蒸散冷却の使用について、シミュレーション実験により安全性を確認する。

B. 研究方法

体表を 40℃に設定した人形に扇風機（風速：約 2.5m/s）で送風し、蒸散冷却を実施した。体表温度の変化を測定し、微粒子可視化装置でエアロゾルの発生（サイズ： $\geq 5 \mu\text{m}$ ）を観察した。人形の胸部カバーの裏側に面状ヒーターを取り付け、入力電圧を調整することで表面温度を制御した。また、微粒子可視化装置で捕捉できない発生微粒子を測定するために、パーティクルカウンターを 3 台（両側 2 台、上側 1 台）設置した。

（倫理面への配慮）

本研究は、ヘルシンキ宣言に従って実施された。研究計画書は帝京大学倫理委員会の審査を受け、本研究は患者を含まないため、承認の必要性が免除された。

C. 研究結果

測定開始後 1 分間の高感度カメラによる静止画の蓄積を評価した。蒸散冷却時に人形表面に粒子が発生したことは確認できなかった。また、人形の両側と風洞の出口に設置した 3 台のパーティクルカウンターには、パーティクルが記録されていないかった。まとめると、蒸散冷却を行ったが、

可視化画像、パーティクルカウンティングのいずれにおいても、顕著なパーティクル発生は見られなかった。

一方、冷却開始後の人形表面の温度推移については、冷却開始とともに人形表面の温度が低下しており、蒸散冷却の冷却効果が確認された。

D. 考察

水が蒸発する際にエアロゾルが発生するという理論から、蒸散冷却の危険性が推測されていたが、実際にはエアロゾルが発生しないことをシミュレーションで明らかにした。したがって、蒸散冷却を実施しても、体表面から感染性エアロゾルが発生し、扇風機からの空気によって拡散する危険性はないと推察される。

逆に、今回の実験では、蒸散冷却により、人形の表面温度が低下することも確認した。これは、表面に付着した水分が水蒸気となり、気化熱を低下させる効果があるためと考えられる。蒸散冷却は熱中症診療に広く用いられている Active Cooling の一つであるが、蒸散冷却の有効性をシミュレーションで改めて確認できた。今回の研究により、通常の方法を行えば、他の方法と同様にこの方法を安全に実施できると考えられる。

E. 結論

本研究において、蒸散冷却によるエアロゾル関連の感染症リスクはないことが示された。しかし、接触感染や飛沫感染のリスクを排除するものではない。熱中症患者に蒸散冷却法を行う際には、標準的な予防措置を継続する必要がある。

F. 研究発表

- 1) 神田 潤：コロナ禍における熱中症診療 マスク着用時に発症した熱中症の特徴とエアロゾルを介した蒸散冷却のリスク. 第 49 回日本救急医学会総会・学術集会, 東京, 2021 年 11

月.

- 2) 神田 潤, 吉池 昭一, 朝見 正宏, 三宅 康史 :
COVID-19 流行下における冷却法 (重症熱中症) の検討 蒸散冷却法におけるエアロゾルの発生について. 第 19 回日本臨床医学リスクマネジメント学会・学術集会, 松本, 2021 年 9 月.

G. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

文 献

- 1) 新型コロナウイルス感染症流行下における熱中症対応の手引き (医療従事者向け) 2020 年 7 月 15 日 : 新型コロナウイルス感染症の流行を踏まえた熱中症診療に関するワーキンググループ、日本救急医学会・日本臨床救急医学会・日本感染症学会・日本呼吸器学会編