

第3章

熱中症の予防

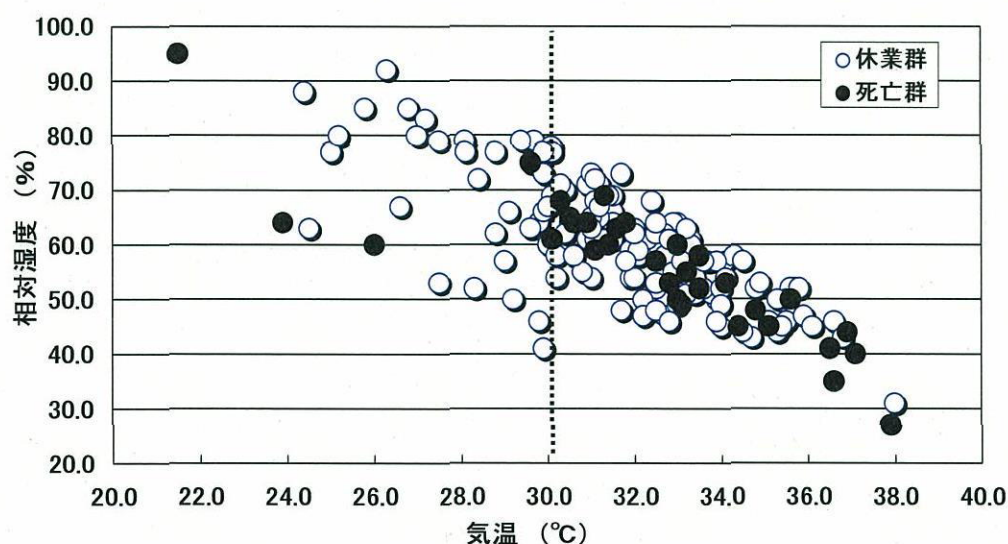
1. 暑さ指数

熱中症を予防するためには、作業場所がどの程度の暑熱環境であるかを客観的に評価することが重要です。

暑熱ストレスを評価するには、気温のみでは不十分です。屋外作業での熱中症発生時の気象条件を調べた結果の例（図1）では、気温が30℃を超えると熱中症発生件数が急増していますが、30℃より低くても相対湿度が高い場合には熱中症が発生していることが分かります。熱中症の発生には湿度だけでなく、輻射熱（放射熱）と空気の流れ（風速）も大きく影響します。一方で、比較的冷涼な環境でも、激しい身体活動を行ったり厚着をしすぎると、暑くて汗をかくことがあるように、身体作業強度や作業服の保温力・断熱性能も重要な因子となります。

このように、作業場所が暑熱環境であるかどうかを知るためには、気温のみならずその他のリスク因子（湿度、風速、放射熱、作業服の熱特性など）に留意し総合的に評価することが極めて重要となります。

図1：熱中症発生時点の気温と湿度



（澤田晋一、福田秀樹：夏季屋外作業による熱中症発生時の屋外気象条件、
産業衛生学雑誌、第44巻、p278、2002）

○暑さ指数としての WBGT 値による評価

気温だけでなく湿度、風速、放射熱、作業服の熱特性、身体作業強度を考慮した WBGT（湿球黒球温度）値という暑熱ストレスを評価する方法があります。

WBGT（Wet-Bulb Globe Temperature：湿球黒球温度（単位：℃））の値は、暑熱環境による熱ストレスの評価を行う暑さ指数（式（1）及び（2）により算出）であり、作業場所に、WBGT 測定器を設置するなどにより、WBGT の値を求めることが望まれています。

WBGT 値は、自然湿球温度（ t_{nw} ）、黒球温度（ t_g ）、気温（ t_a ）を測定し、屋内や屋外で太陽照射のない場合は次式(1)により、屋外で太陽照射のある場合は次式(2)により求められます。

$$\text{WBGT 値} = 0.7t_{nw} + 0.3t_g \quad (1)$$

$$\text{WBGT 値} = 0.7t_{nw} + 0.2t_g + 0.1t_a \quad (2)$$

表2に掲げる衣類を着用して作業を行う場合にあっては、式（1）又は（2）により算出された WBGT 値に、それぞれ表2に掲げる補正值を加える必要があります。

また、表1に示した WBGT 基準値は、既往症がない健康な成年男性を基準に、それ以下の暑熱環境にばく露されてもほとんどの者が有害な影響を受けないレベルに相当するものとして設定されています。

表1 WBGT熱ストレス指数の基準値表（各条件に対応した基準値）

区分	例	WBGT基準値			
		熱に順化している人 °C		熱に順化していない人 °C	
0 安静	安 静	33		32	
1 低代謝率	楽な座位；軽い手作業（書く、タイピング、描く、縫う、簿記）；手及び腕の作業（小さいペンチツール、点検、組立てや軽い材料の区分け）；腕と脚の作業（普通の状態での乗り物の運転、足のスイッチやペダルの操作）。立位；ドリル（小さい部分）；フライス盤（小さい部分）；コイル巻き；小さい電気子巻き；小さい力の道具の機械；ちょっとした歩き（速さ 3.5 km/h）	30		29	
2 中程度代謝率	継続した頭と腕の作業（くぎ打ち、盛土）；腕と脚の作業（トラックのオフロード操縦、トラクター及び建設車両）；腕と胴体の作業（空気ハンマーの作業、トラクター組立て、しっくい塗り、中くらいの重さの材料を断続的に持つ作業、草むしり、草掘り、果物や野菜を摘む）；軽量の荷車や手押し車を押したり引いたりする；3.5～5.5 km/h の速さで歩く；鍛造	28		26	
3 高代謝率	強度の腕と胴体の作業；重い材料を運ぶ；シャベルを使う；大ハンマー作業；のこぎりをひく；硬い木にかんなをかけたりのみで彫る；草刈り；掘る；5.5～7 km/h の速さで歩く。重い荷物の荷車や手押し車を押したり引いたりする；鋳物を削る；コンクリートブロックを積む。	気流を感じないとき 25	気流を感じるとき 26	気流を感じないとき 22	気流を感じるとき 23
4 極高代謝率	最大速度の速さでとても激しい活動；おのを振るう；激しくシャベルを使ったり掘ったりする；階段を登る、走る、7 km/h より速く歩く。	23	25	18	20

注1 日本工業規格 Z 8504、1999 年（人間工学—WBGT（湿球黒球温度）指数に基づく作業者の熱ストレスの評価—暑熱環境）附属書 A「WBGT 熱ストレス指数の基準値表」日本規格協会刊を基に、同表に示す代謝率レベルを具体的な例に置き換えて作成した。

注2 熱に順化していない人とは、「作業する前の週に毎日熱にばく露されていなかった人」をいう。

WBGT の測定が行われていない場合においても、気温（乾球温度）及び相対湿度を熱ストレスの評価を行う際の参考にしてください。

気温（乾球温度）と相対湿度を用いて、WBGT（℃）を図2の表より求めることができます。ここで求められたWBGT（℃）は、表1の基準値表に照らし合わせて熱中症予防に活用することができます。

図2 WBGT と気温、湿度との関係

気温 (℃)	相 対 湿 度 (%)																	WBGT 値
	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
40	29	30	31	32	33	34	35	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	危険 31℃以上
39	28	29	30	31	32	33	34	35	35	36	37	38	39	40	41	42	43	
38	28	28	29	30	31	32	33	34	35	35	36	37	38	39	40	41	42	
37	27	28	29	29	30	31	32	33	35	35	35	36	37	38	39	40	41	
36	26	27	28	29	29	30	31	32	33	34	34	35	36	37	38	39	39	
35	25	26	27	28	29	29	30	31	32	33	33	34	35	36	37	38	38	
34	25	25	26	27	28	29	29	30	31	32	33	33	34	35	36	37	37	
33	24	25	25	26	27	28	28	29	30	31	32	32	33	34	35	35	36	
32	23	24	25	25	26	27	28	28	29	30	31	31	32	33	34	34	35	
31	22	23	24	24	25	26	27	27	28	29	30	30	31	32	33	33	34	
30	21	22	23	24	24	25	26	27	27	28	29	29	30	31	32	32	33	
29	21	21	22	23	24	24	25	26	26	27	28	29	29	30	31	31	32	
28	20	21	21	22	23	23	24	25	25	26	27	28	28	29	30	30	31	
27	19	20	21	21	22	23	23	24	25	25	26	27	27	28	29	29	30	
26	18	19	20	20	21	22	22	23	24	24	25	26	26	27	28	28	29	
25	18	18	19	20	20	21	22	22	23	23	24	25	25	26	27	27	28	警 戒 25～28℃
24	17	18	18	19	19	20	21	21	22	22	23	24	24	25	26	26	27	
23	16	17	17	18	19	19	20	20	21	22	22	23	23	24	25	25	26	注 意 25℃未満
22	15	16	17	17	18	18	19	19	20	21	21	22	22	23	24	24	25	
21	15	15	16	16	17	17	18	19	19	20	20	21	21	22	23	23	24	

（日本生気象学会「日常生活における熱中症予防指針」Ver. 1、2008. 4 から）

注）危険・嚴重注意等の分類は、日常生活の上での基準であって、労働の場における熱中症予防の基準には当てはまらないことに注意が必要です。

表2 衣類の組合わせによりWBGT値に加えるべき補正值※

衣類の種類 (°C)	WBGTに加えるべき補正值
作業服 (長袖シャツとズボン)	0
布 (織物) 製つなぎ服	0
二層の布 (織物) 製服	3
SMSポリプロピレン製つなぎ服	0.5
ポリオレフィン布製つなぎ服	1
限定用途の蒸気不浸透性つなぎ服	1.1

(ACGIH 2008 化学物質と物理因子のTLVs より引用)

※上記の補正值は、一般にレベルAと呼ばれる完全な不浸透性防護服には適用できない。重ね着の場合に、個々の補正值を加えて全体の補正值とすることはできない。つなぎ服には軽い下着の着用が想定されており、二重の重ね着などの場合はこの補正值は適用できない。

作業場所に、温度計や湿度計、WBGT (湿球黒球温度) 値を測定できる機器を設置するなどにより、作業中のWBGT 値、温湿度等の変化に留意します。

特にWBGT 予報値、熱中症予報などにより、事前にWBGT の値がその基準値を超えることが予想される場合は、WBGT の値を作業中に測定することが望まれます。

次に WBGT 測定器の一例を図3に示します。

WBGT 値の測定器（図3の中央）は自然湿球温と黒球温を測定することにより、湿度、風速、放射熱の影響も評価できます。この機器は、気温、自然湿球温、黒球温を連続測定してデータ記憶機に取り込みWBGT 値を算出します。連続記録はできませんがWBGT をリアルタイムで算出できる（図3の右）ハンディータイプの測定器も市販されています。温度計と黒球があれば、自作（図3の左）することも可能です

図3 WBGT測定器の例



黒球温度計
自然湿球・乾球温度計

湿熱指数測定器 WBGT 測定器

ハンディー型 WBGT 指数計

ISO 7243 は、WBGT 値を用いて作業場の暑熱環境の評価を迅速かつ簡便に実施する方法を提案し、身体作業強度別、暑熱順化の有無、気流の有無により表1の14通りのWBGT 値による暑熱許容基準値が示されています。

また、身体作業強度は作業強度別に対応する作業例とともに表1に示しました。なお、厚生労働省の平成17年7月29日基安発第0729001号通達では、ISO 7243に準拠し、WBGT 値の活用を促しています。

例えば、表1に示したように重い荷物の荷車や、手押し車を押したり引いたりする作業や、コンクリートブロックを積む作業は、代謝率の高い重作業に相当します。そのような作業を暑さに馴れた作業者が気流を感じる作業場で行う場合は、WBGT の許容基準値は25℃であり、この値を超えたらいつでも熱中症が発生する恐れがある暑熱環境であると判断できます。

WBGT 値が、表1の基準値を超える又は超えていると考えられる状況となった場合には、冷房等により当該作業場所のWBGT 値の低減を図ること、身体作業強度（代謝率レベル）の低い作業に変更すること、WBGT 基準値より低いWBGT 値である作業場所での作業に変更することなどの熱中症予防対策を作業の状況等に応じて実施するよう努めてください。それでもなお、WBGT 値の基準を超え、又は超えるおそれのある場合には、熱中症予防対策の徹底を図り、熱中症の発生リスクの低減を図ることが必要です。

ただし、WBGT基準値を超えない場合であっても、WBGT基準値が前提としている条件に当てはまらないとき又は補正値を考慮したWBGT基準値を算出することができないときは、実際の条件により、WBGT基準値を超え、又は超えるおそれのある場合と同様に、第2の熱中症予防対策の徹底を図らなければならない場合があることに留意してください。

上記のほか、熱中症を発症するリスクがあるときは、必要に応じて熱中症予防対策を実施することが望ましいところです。

OWBGT 値による作業現場の暑熱環境の評価

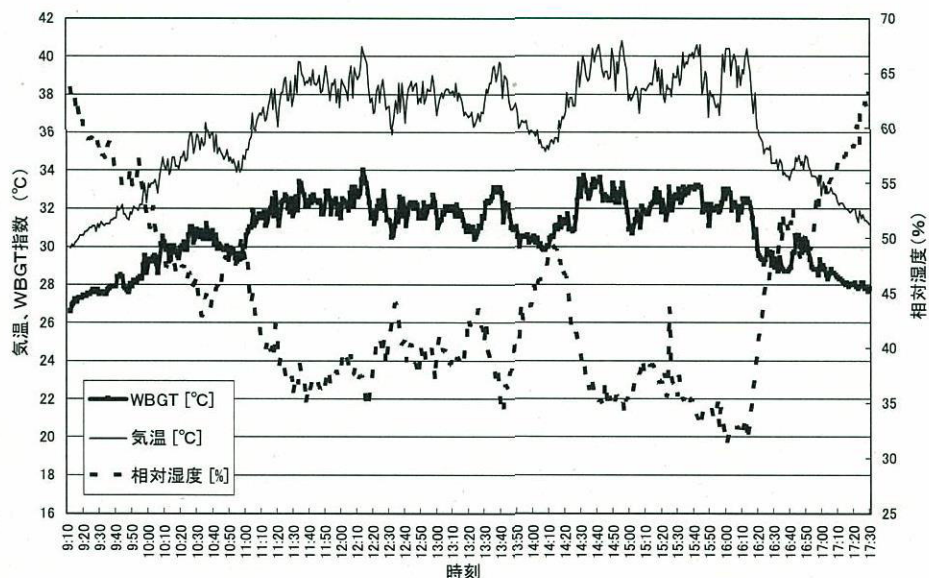
作業現場の暑熱ばく露実態を把握するために、8月下旬に実施した東京の電話線接続工事現場の測定結果を例示します（図4）。

気温は作業開始時の9時頃には30℃を超え、日中は36～40℃前後で推移していました。電話線接続工事は長時間電柱上での立位作業であるため、表1に分類された身体作業強度は低代謝率レベルと考えられます。

しかし、作業時間帯のWBGT 値は11時から16時まで身体作業強度が低代謝率の許容基準である29～30℃を超えており、安静時の許容基準である32～33℃を超えることもあります。このようにWBGT 値が表1の許容基準値を超えることは、8月～9月に行った東京、神奈川、名古屋のその他の屋外作業現場の調査でもよく見られます。

これらの現場調査結果から、わが国の夏季の屋外作業では、WBGT の基準値を超える現場が相当数あることが見込まれます。

図4：電話線接続工事作業時のWBGT 値の変動



(澤田晋一：暑熱作業における労働衛生工学的対応について-暑熱環境の許容基準-安全と健康、26-30 Vol. 7 No. 6 2006)