

図 1-1. WBGT 値分布(作業時、2006/7-9 月)

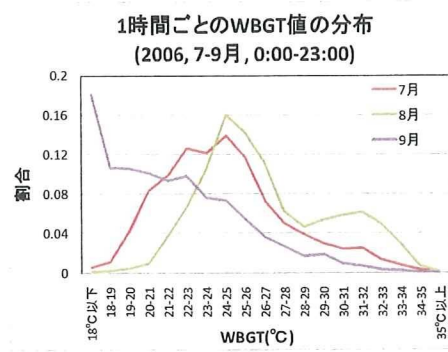


図 1-5. WBGT 値分布(全日、2006/7-9 月)

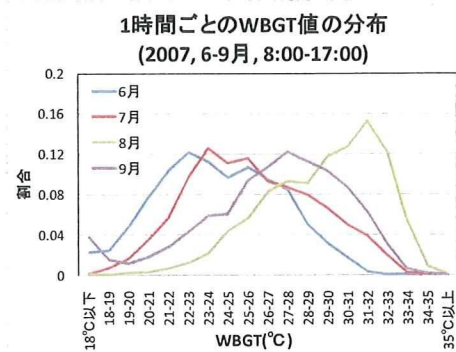


図 1-2. WBGT 値分布(作業時、2007/6-9 月)

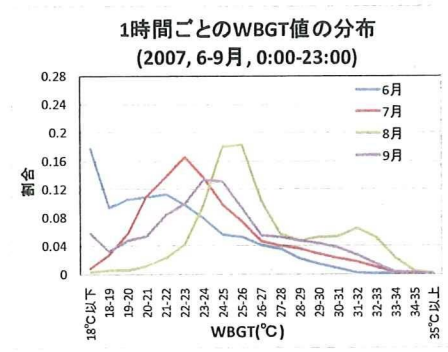


図 1-6. WBGT 値分布(全日、2007/6-9 月)

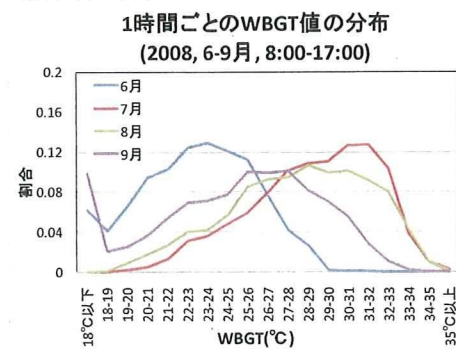


図 1-3. WBGT 値分布(作業時、2008/6-9 月)

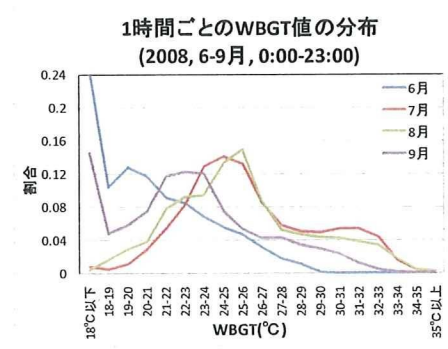


図 1-7. WBGT 値分布(全日、2008/6-9 月)

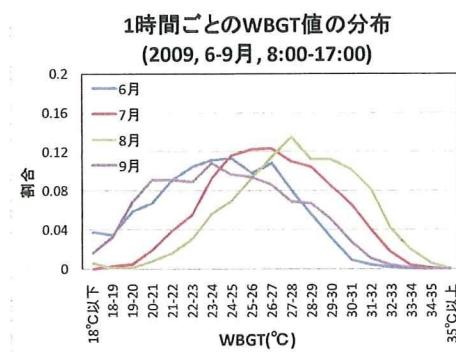


図 1-4. WBGT 値分布(作業時、2009/6-9 月)

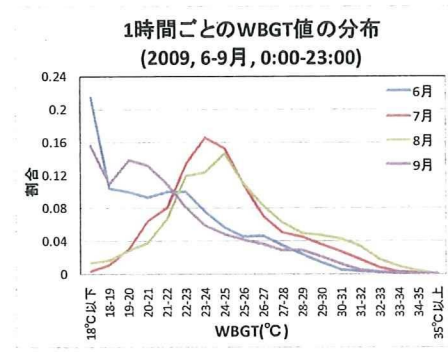


図 1-8. WBGT 値分布(全日、2009/6-9 月)

表 1. clo 値に対応する衣服の組み合わせ例 (ISO7933)

衣服の断熱性	典型的な衣服の組み合わせ
0.3 clo	女性用パンツ、Tシャツ、半ズボン、短ソックス、サンダル
0.5 clo	男性用パンツ、半袖シャツ、薄手のズボン、薄手のソックス、シューズ
0.7 clo	男性用パンツ、ポイラーズーツ、ソックス、シューズ
0.9 clo	男性用パンツ、シャツ、ズボン、ソックス、シューズ、スモック
1.1 clo	半ズボンの半袖の下着、シャツ、ズボン、ポイラーズーツ、ソックス、シューズ

表 2. 計算に用いた気象データ

WBGT 値	左記の WBGT 値に相当する気象データ数
18°C(17.95-18.05°C)	247
19°C(18.95-19.05°C)	327
20°C(19.95-20.05°C)	421
21°C(20.95-21.05°C)	505
22°C(21.95-22.05°C)	624
23°C(22.95-23.05°C)	670
24°C(23.95-24.05°C)	648
25°C(24.95-25.05°C)	720
26°C(25.95-26.05°C)	550
27°C(26.95-27.05°C)	297
28°C(27.95-28.05°C)	244
29°C(28.95-29.05°C)	219
30°C(29.95-30.05°C)	195
31°C(30.95-31.05°C)	138
32°C(31.95-32.05°C)	135
33°C(32.95-33.05°C)	59
34°C(33.95-34.05°C)	20

im 値とは、蒸気の衣服への浸透しにくさを表す潜熱抵抗に対する顕熱抵抗の比率を示す。この値が低ければ、蒸気が通りにくい衣服であることを表す。代謝率と合わせると、計算条件は $5 \times 15 = 75$ 条件となる。

2) 結果および考察

最初に、各日時、場所の 1 時間ごとの気象データから WBGT 値を計算した。WBGT 値の計算には、Thomas Bernard の式を使った。各年別、月別の 1 時間ごとの WBGT 値の分布を図 1-1~8 に示す。2008 年を除いて、8 月が最も WBGT 値が高かった。

2009 年は、他の年より涼しかった。午前 8 時から午後 5 時までの作業時間帯では、WBGT が 31-32°C の間にひとつのピークが現れた。WBGT 18°C から 1°C 毎に 34°C まで、それぞれの WBGT 値に対応する気象データ ($\pm 0.05^\circ\text{C}$ の範囲内) を 63024 件のデータベースから選び出した (表 2)。これらの気象条件が 1 時間継続した場合、予想される作業中の体水分喪失量 (図 2-1~30)、深部体温 (図 3-1~30) を、先に示した代謝率 (5 条件)、衣服の顕熱抵抗 (5 条件)、im 値 (3 条件) 毎に計算した。全条件で、安静時から低代謝、中代謝、高代謝、極高代謝と代謝量が増加すると、1 時間の予測総水分喪失量、予測深部体温が増加した。全代謝率に対して、WBGT の増加とともに、予測総水分喪失量は増加したが (図 2-1~30、図 3-1~30)、最高発汗率に達した場合は増加が止まった。予測水分喪失量の増加が止まった時点から、予測深部体温の増加が大きくなった (図 2-1~30、図 3-1~30)。暑熱ストレス馴化無しの場合、予測深部体温の増加傾向が強まる予測深部体温は、図 3-1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 13, 14, 15 から 38.5°C 付近にあることが予測される。暑熱馴化ありの中代謝作業量の場合は (図 3-4, 5, 6, 10, 11, 12, 16, 17, 18)、深部体温が 38.0°C 位で深部体温の増加が強まるものが予測される。これは、汗の蒸発による身体の冷却効果が限界に達したため、予測深部体温の上昇につながるものと考えられる。従って、このような場合は水分補給を十分にしたとしても、発汗量が飽和に達しているため、水分補給により体温上昇を食い止めることは不可能である。作業量の軽減や中止を行い、直射日光を避け、体を積極的

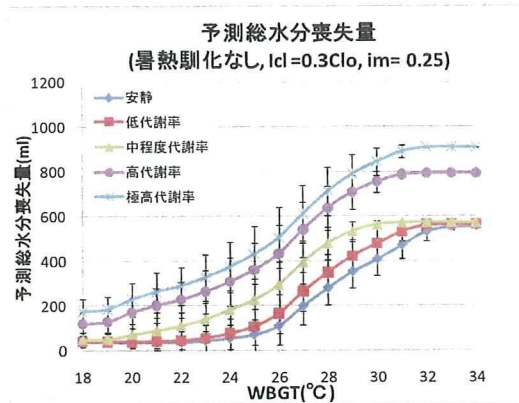


図 2-1. 予測総水分喪失量
(暑熱馴化なし、Icl = 0.3Clo, im = 0.25)

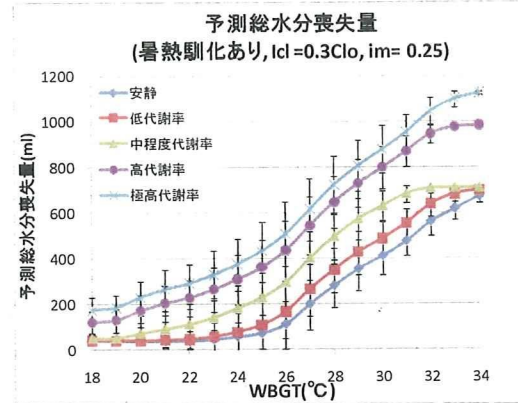


図 2-4. 予測総水分喪失量
(暑熱馴化あり、Icl = 0.3Clo, im = 0.25)

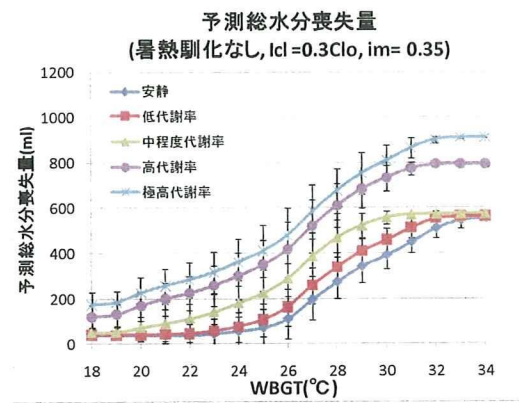


図 2-2. 予測総水分喪失量
(暑熱馴化なし、Icl = 0.3Clo, im = 0.35)

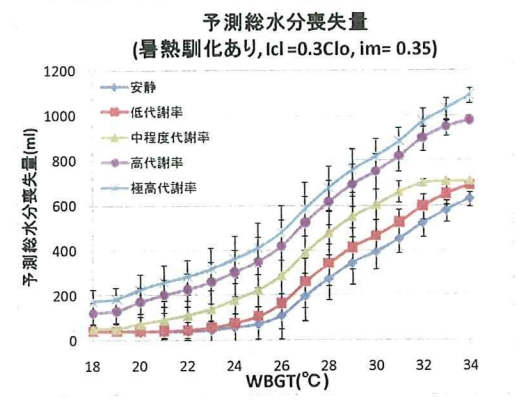


図 2-5. 予測総水分喪失量
(暑熱馴化あり、Icl = 0.3Clo, im = 0.35)

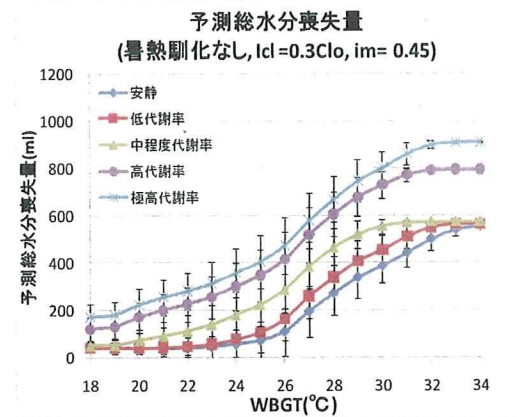


図 2-3. 予測総水分喪失量
(暑熱馴化なし、Icl = 0.3Clo, im = 0.45)

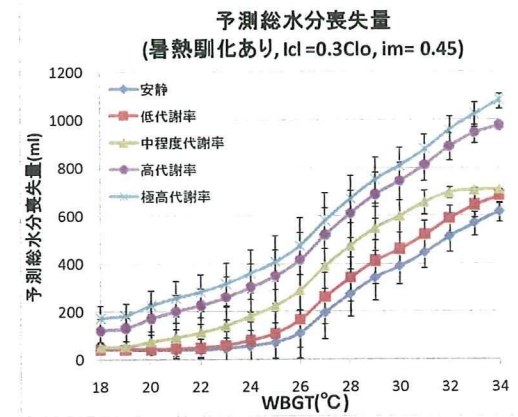


図 2-6. 予測総水分喪失量
(暑熱馴化あり、Icl = 0.3Clo, im = 0.45)

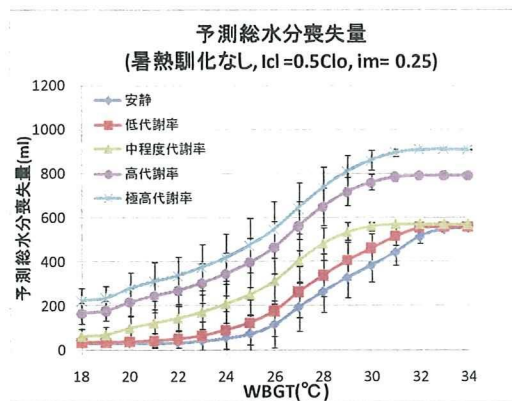


図 2-7. 予測総水分喪失量
(暑熱馴化なし、Icl = 0.5Clo, im = 0.25)

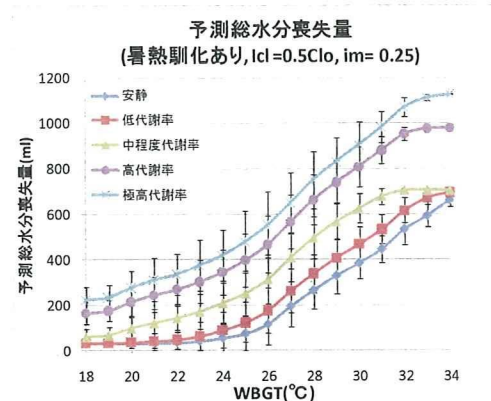


図 2-10. 予測総水分喪失量
(暑熱馴化あり、Icl = 0.5Clo, im = 0.25)

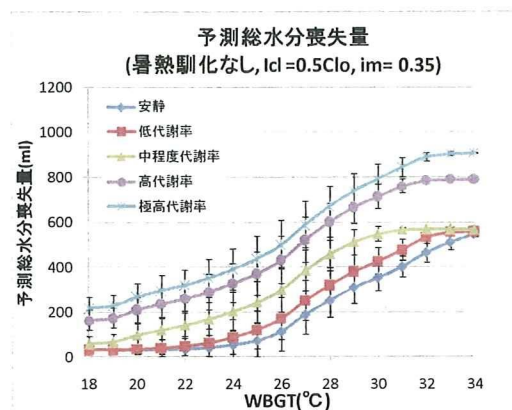


図 2-8. 予測総水分喪失量
(暑熱馴化なし、Icl = 0.5Clo, im = 0.35)

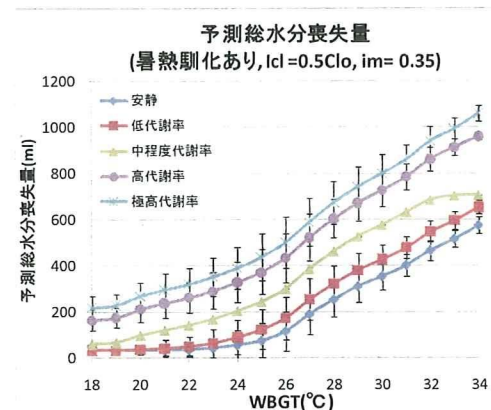


図 2-11. 予測総水分喪失量
(暑熱馴化あり、Icl = 0.5Clo, im = 0.35)

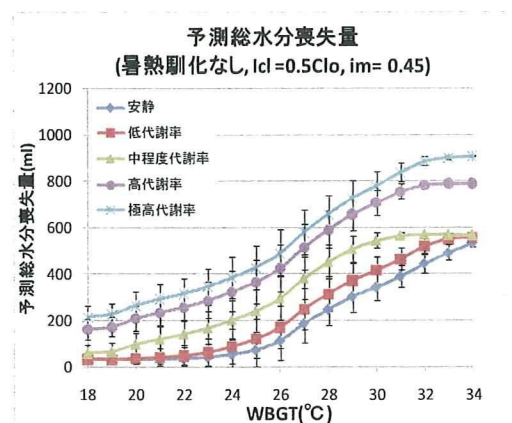


図 2-9. 予測総水分喪失量
(暑熱馴化なし、Icl = 0.5Clo, im = 0.45)

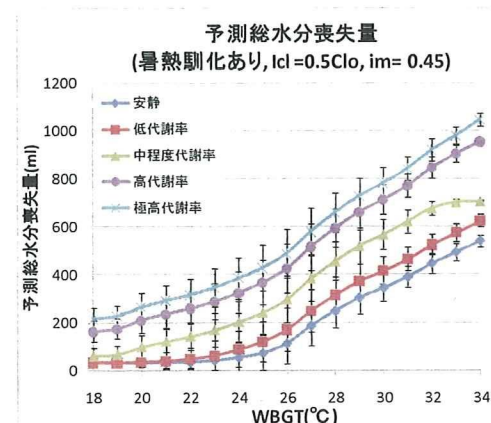


図 2-12. 予測総水分喪失量
(暑熱馴化あり、Icl = 0.5Clo, im = 0.45)

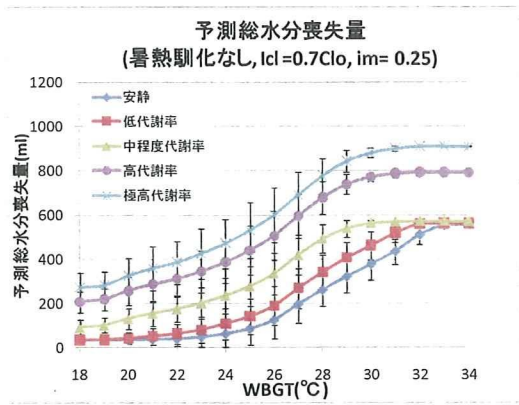


図 2-13. 予測総水分喪失量
(暑熱馴化なし、Icl = 0.7Clo, im = 0.25)

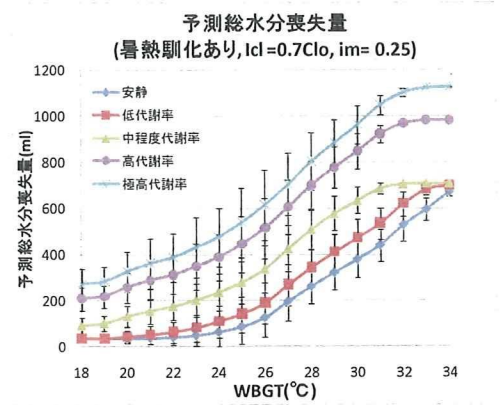


図 2-16. 予測総水分喪失量
(暑熱馴化あり、Icl = 0.7Clo, im = 0.25)

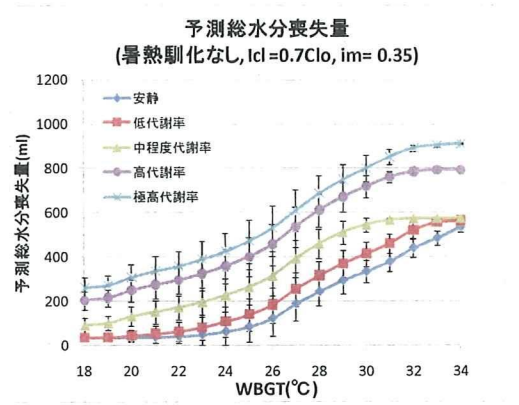


図 2-14. 予測総水分喪失量
(暑熱馴化なし、Icl = 0.7Clo, im = 0.35)

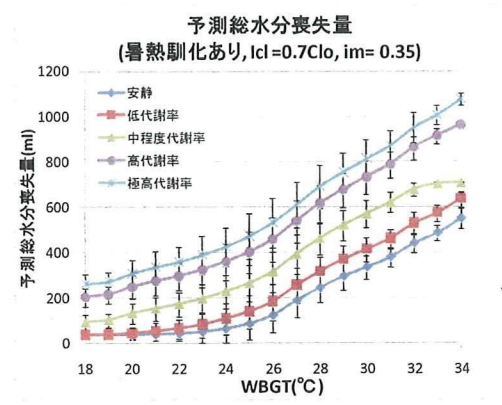


図 2-17. 予測総水分喪失量
(暑熱馴化あり、Icl = 0.7Clo, im = 0.35)

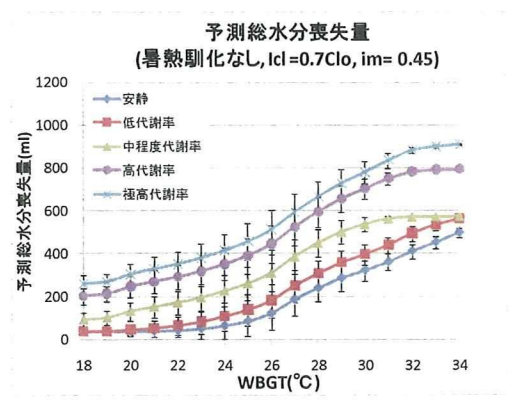


図 2-15. 予測総水分喪失量
(暑熱馴化なし、Icl = 0.7Clo, im = 0.45)

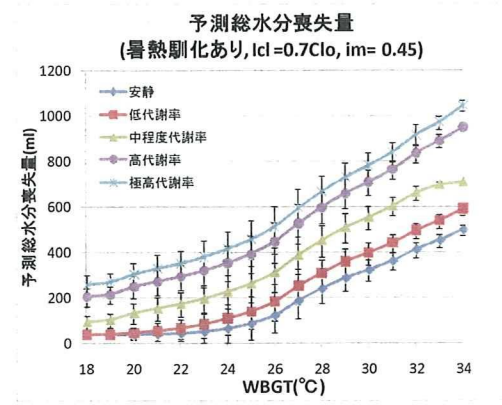


図 2-18. 予測総水分喪失量
(暑熱馴化あり、Icl = 0.7Clo, im = 0.45)

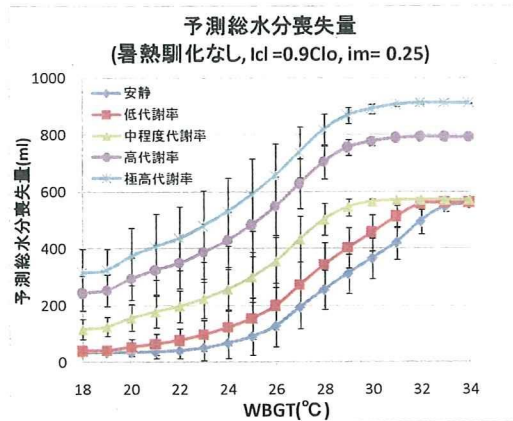


図 2-19. 予測総水分喪失量
(暑熱馴化なし、Icl = 0.9Clo, im = 0.25)

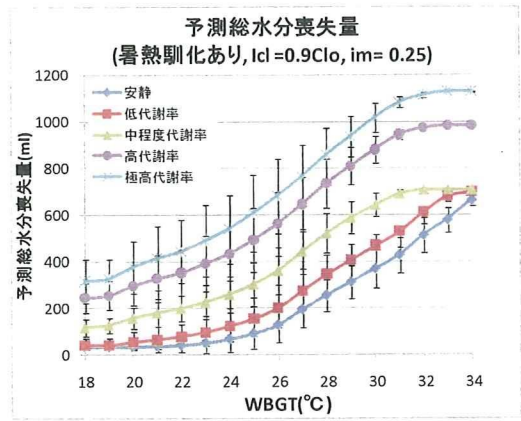


図 2-22. 予測総水分喪失量
(暑熱馴化あり、Icl = 0.9Clo, im = 0.25)

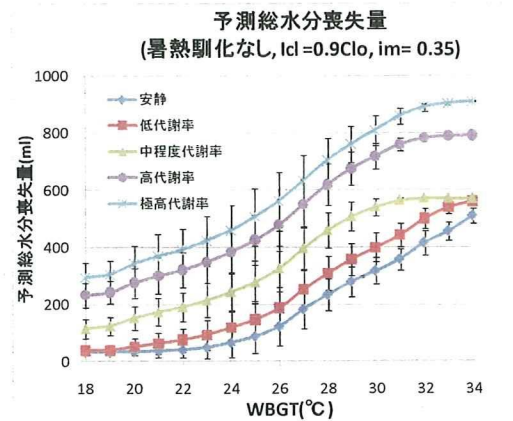


図 2-20. 予測総水分喪失量
(暑熱馴化なし、Icl = 0.9Clo, im = 0.35)

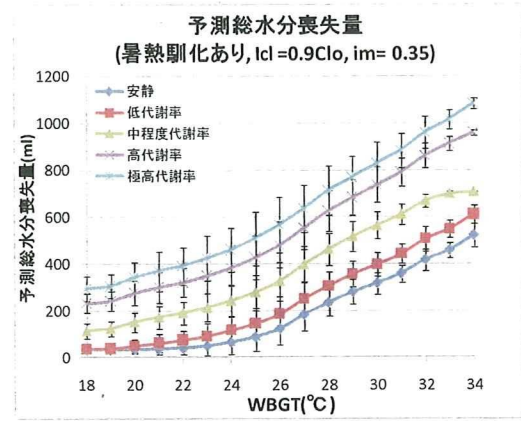


図 2-23. 予測総水分喪失量
(暑熱馴化あり、Icl = 0.9Clo, im = 0.35)

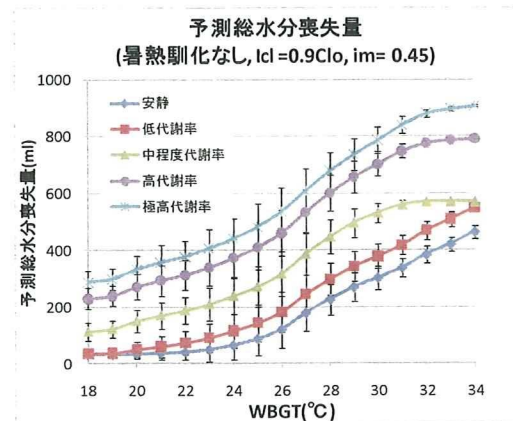


図 2-21. 予測総水分喪失量
(暑熱馴化なし、Icl = 0.9Clo, im = 0.45)

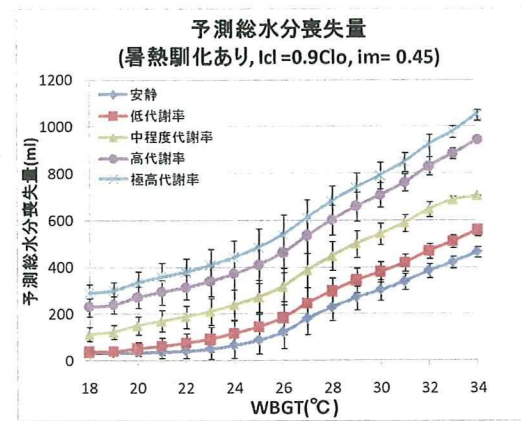


図 2-24. 予測総水分喪失量
(暑熱馴化あり、Icl = 0.9Clo, im = 0.45)

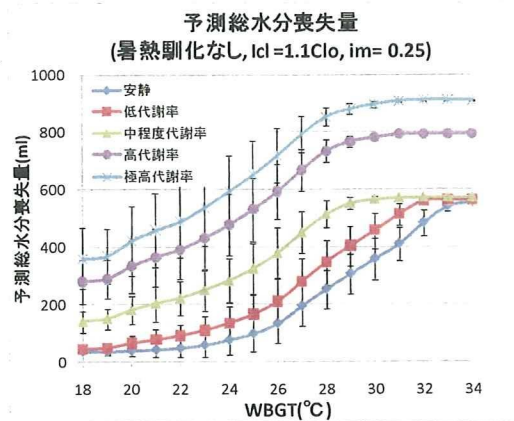


図 2-25. 予測総水分喪失量
(暑熱馴化なし、Icl = 1.1Clo, im = 0.25)

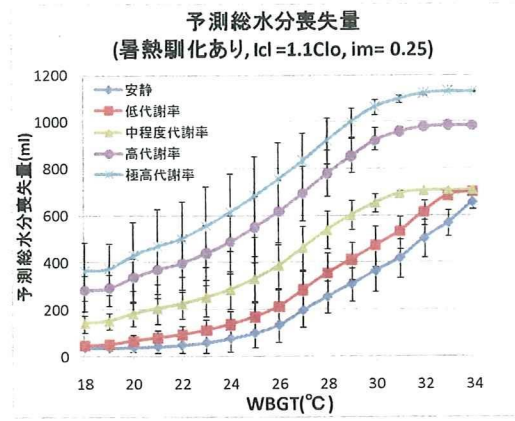


図 2-28. 予測総水分喪失量
(暑熱馴化あり、Icl = 1.1Clo, im = 0.25)

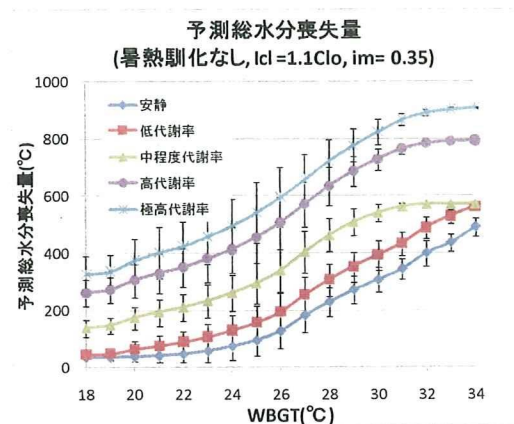


図 2-26. 予測総水分喪失量
(暑熱馴化なし、Icl = 1.1Clo, im = 0.35)

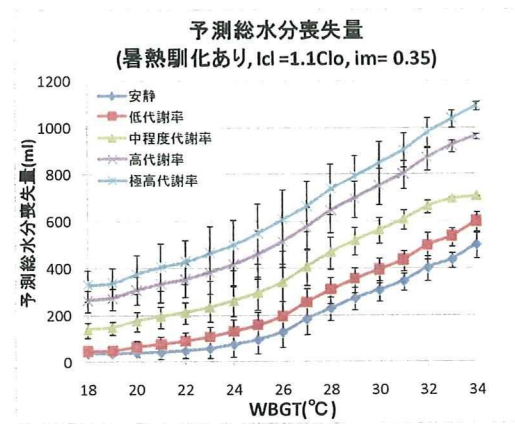


図 2-29. 予測総水分喪失量
(暑熱馴化あり、Icl = 1.1Clo, im = 0.35)

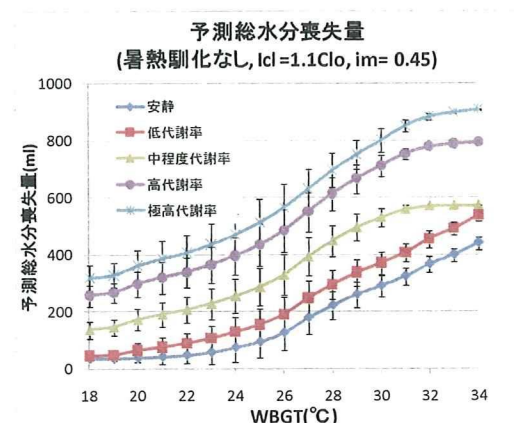


図 2-27. 予測総水分喪失量
(暑熱馴化なし、Icl = 1.1Clo, im = 0.45)

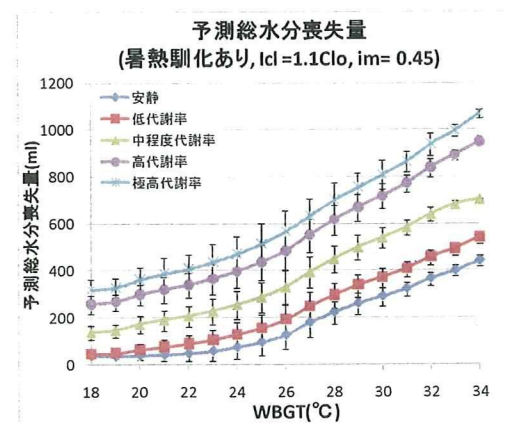


図 2-30. 予測総水分喪失量
(暑熱馴化あり、Icl = 1.1Clo, im = 0.45)

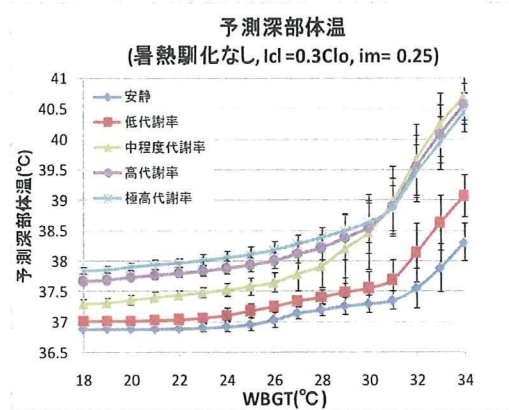


図 3-1. 予測深部体温
(暑熱馴化なし、Icl = 0.3Clo, im = 0.25)

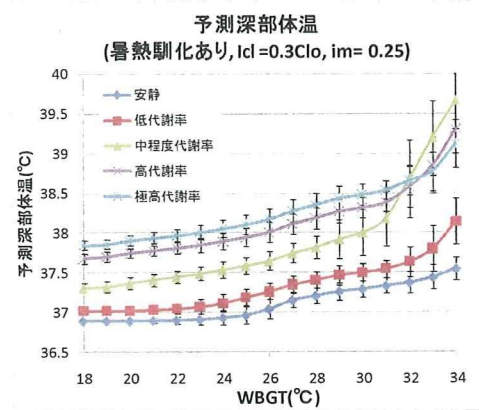


図 3-4. 予測深部体温
(暑熱馴化あり、Icl = 0.3Clo, im = 0.25)

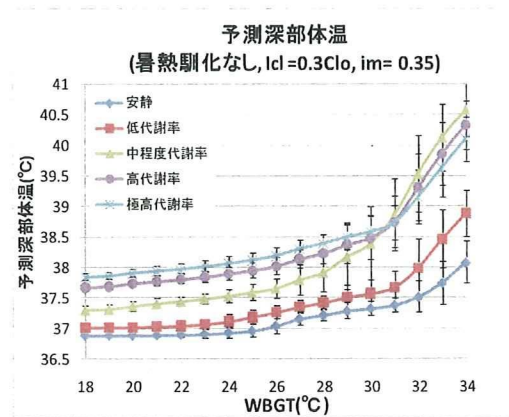


図 3-2. 予測深部体温
(暑熱馴化なし、Icl = 0.3Clo, im = 0.35)

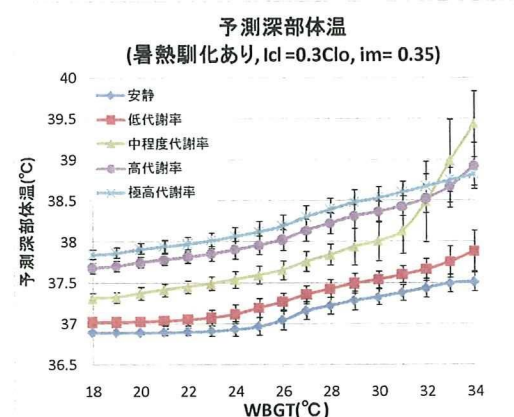


図 3-5. 予測深部体温
(暑熱馴化あり、Icl = 0.3Clo, im = 0.35)

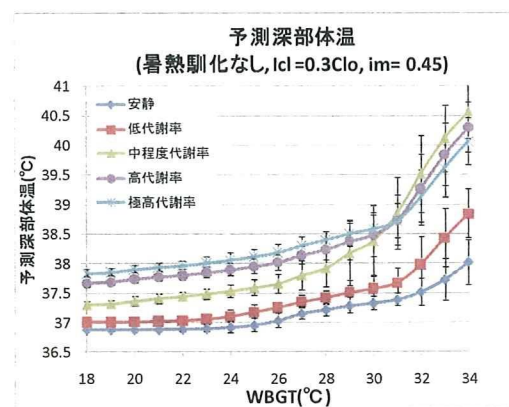


図 3-3. 予測深部体温
(暑熱馴化なし、Icl = 0.3Clo, im = 0.45)

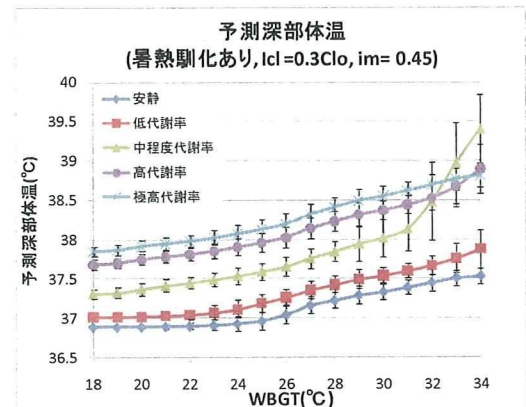


図 3-6. 予測深部体温
(暑熱馴化あり、Icl = 0.3Clo, im = 0.45)

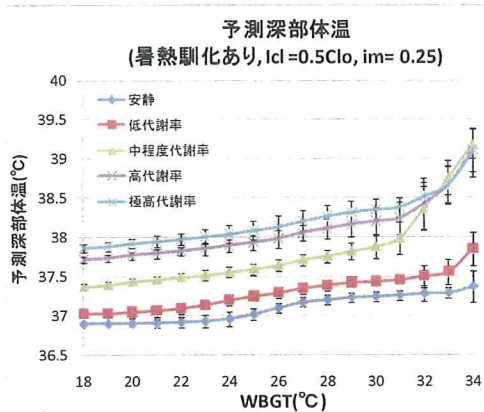


図 3-7. 予測深部体温
(暑熱馴化なし、Icl = 0.5Clo, im = 0.25)

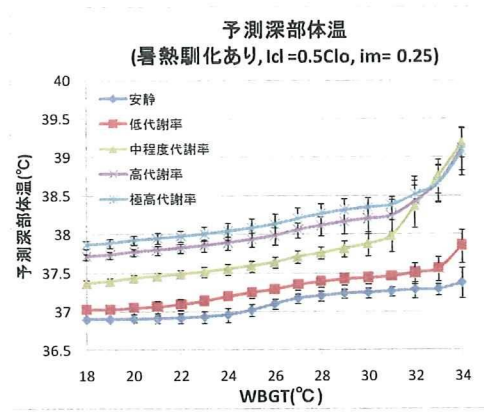


図 3-10. 予測深部体温
(暑熱馴化あり、Icl = 0.5Clo, im = 0.25)

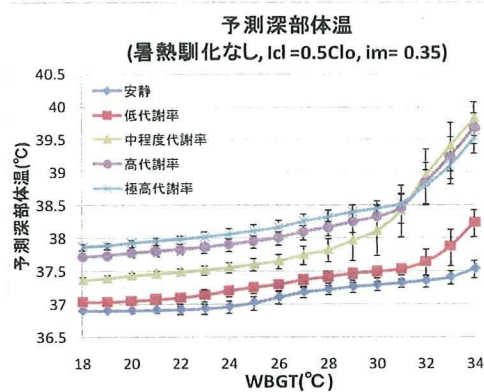


図 3-8. 予測深部体温
(暑熱馴化なし、Icl = 0.5Clo, im = 0.35)

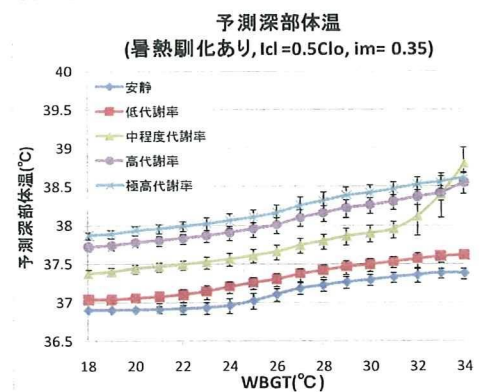


図 3-11. 予測深部体温
(暑熱馴化あり、Icl = 0.5Clo, im = 0.35)

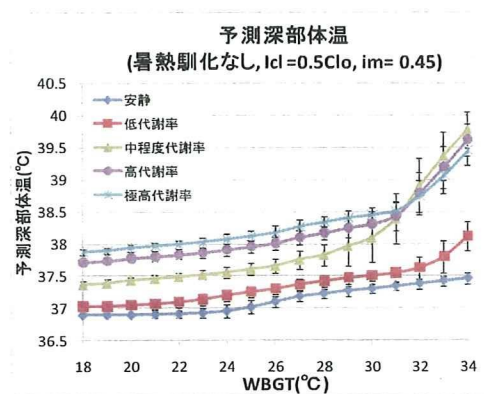


図 3-9. 予測深部体温
(暑熱馴化なし、Icl = 0.5Clo, im = 0.45)

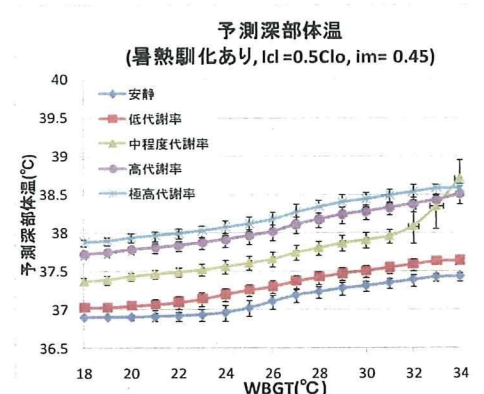


図 3-12. 予測深部体温
(暑熱馴化あり、Icl = 0.5Clo, im = 0.45)

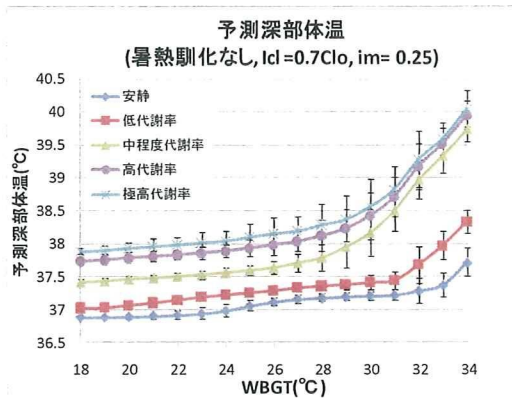


図 3-13. 予測深部体温
(暑熱馴化なし、Icl = 0.7Clo, im = 0.25)

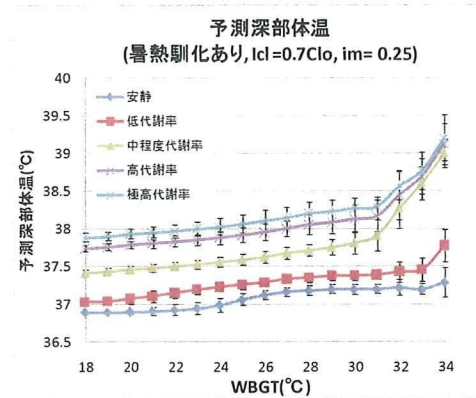


図 3-16. 予測深部体温
(暑熱馴化あり、Icl = 0.7Clo, im = 0.25)

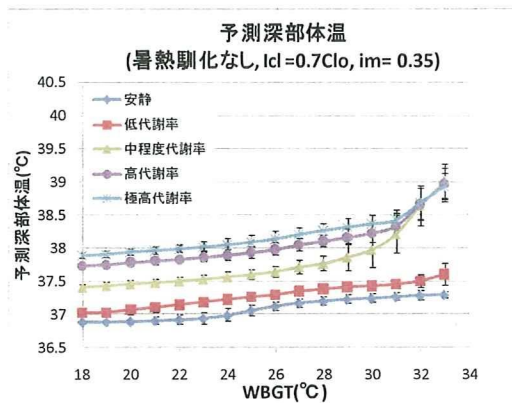


図 3-14. 予測深部体温
(暑熱馴化なし、Icl = 0.7Clo, im = 0.35)

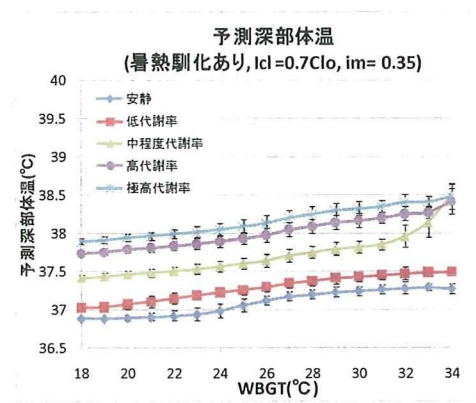


図 3-17. 予測深部体温
(暑熱馴化あり、Icl = 0.7Clo, im = 0.35)

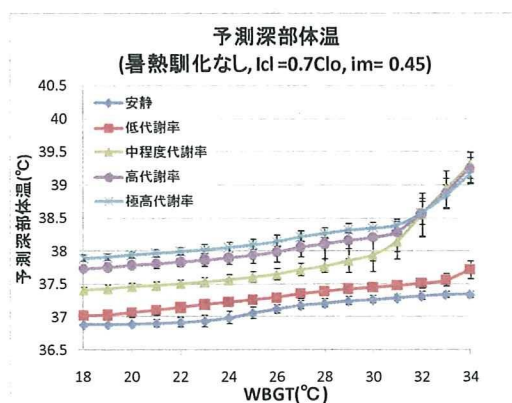


図 3-15. 予測深部体温
(暑熱馴化なし、Icl = 0.7Clo, im = 0.45)

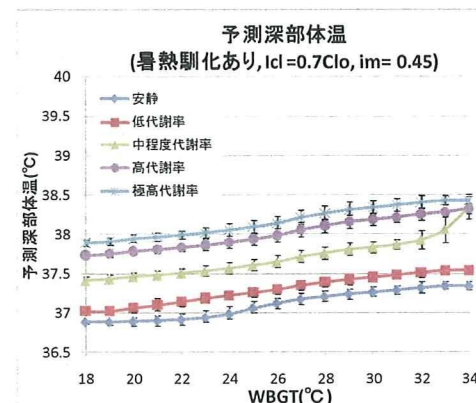


図 3-18. 予測深部体温
(暑熱馴化あり、Icl = 0.7Clo, im = 0.45)

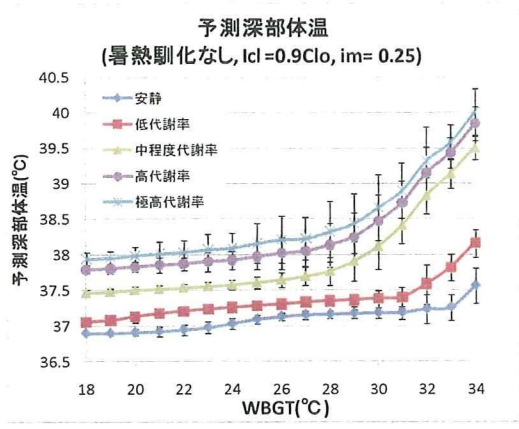


図 3-19. 予測深部体温
(暑熱馴化なし、Icl = 0.9Clo, im = 0.25)

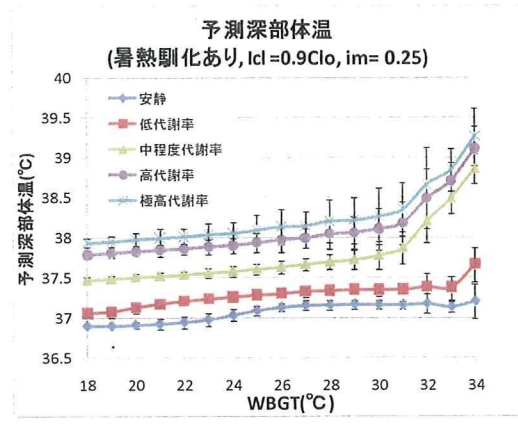


図 3-22. 予測深部体温
(暑熱馴化あり、Icl = 0.9Clo, im = 0.25)

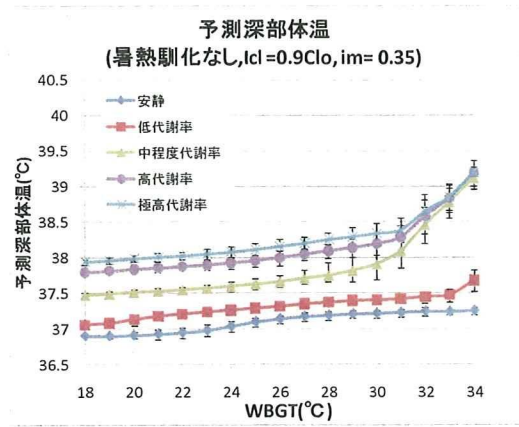


図 3-20. 予測深部体温
(暑熱馴化なし、Icl = 0.9Clo, im = 0.35)

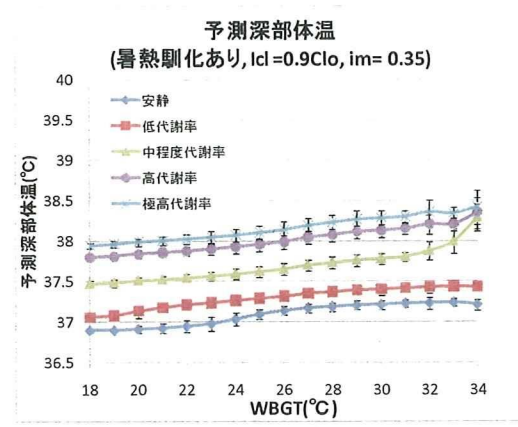


図 3-23. 予測深部体温
(暑熱馴化あり、Icl = 0.9Clo, im = 0.35)

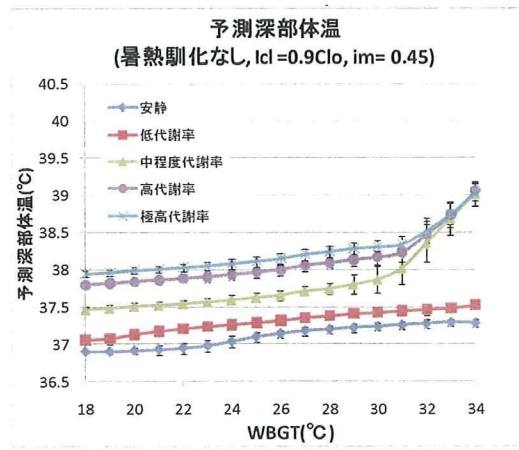


図 3-21. 予測深部体温
(暑熱馴化なし、Icl = 0.9Clo, im = 0.45)

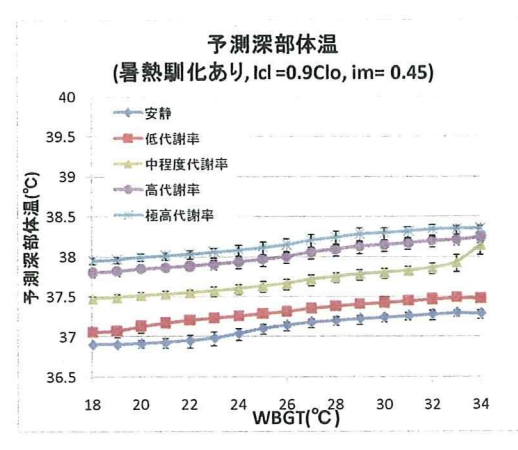


図 3-24. 予測深部体温
(暑熱馴化あり、Icl = 0.9Clo, im = 0.45)

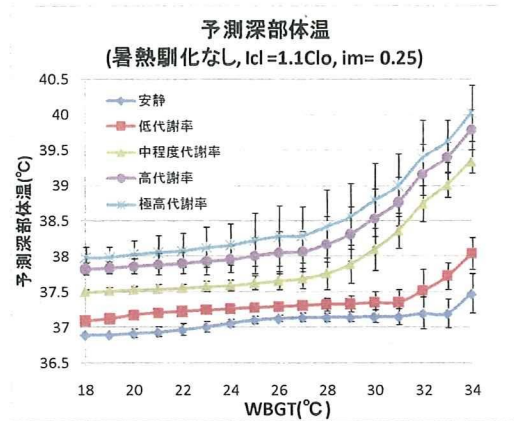


図 3-25. 予測深部体温
(暑熱馴化なし、Icl = 1.1Clo, im = 0.25)

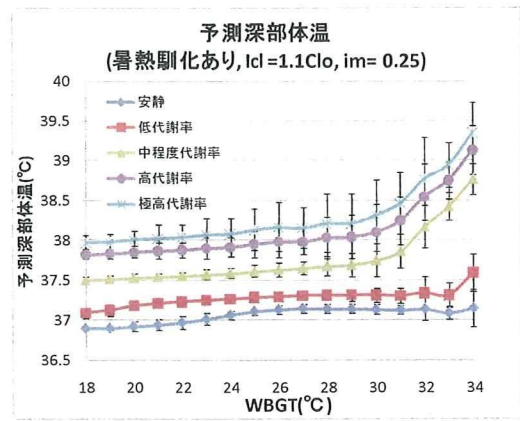


図 3-28. 予測深部体温
(暑熱馴化あり、Icl = 1.1Clo, im = 0.25)

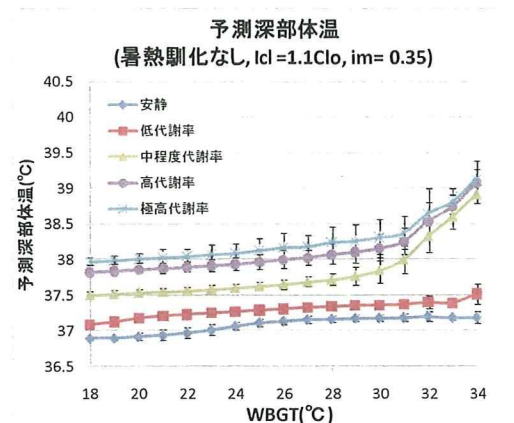


図 3-26. 予測深部体温
(暑熱馴化なし、Icl = 1.1Clo, im = 0.35)

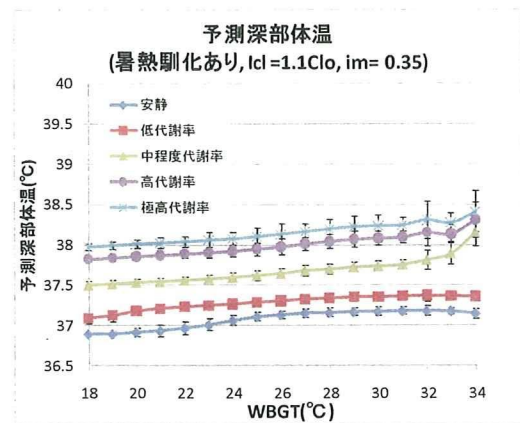


図 3-29. 予測深部体温
(暑熱馴化あり、Icl = 1.1Clo, im = 0.35)

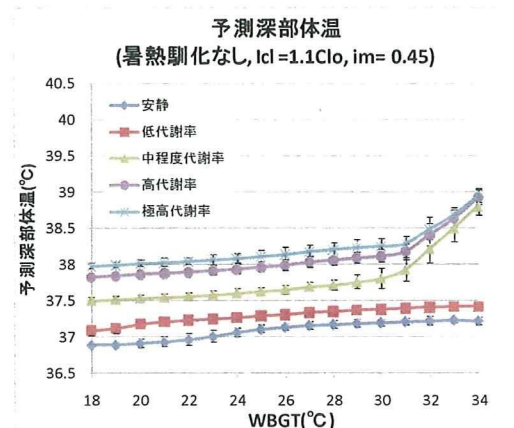


図 3-27. 予測深部体温
(暑熱馴化なし、Icl = 1.1Clo, im = 0.45)

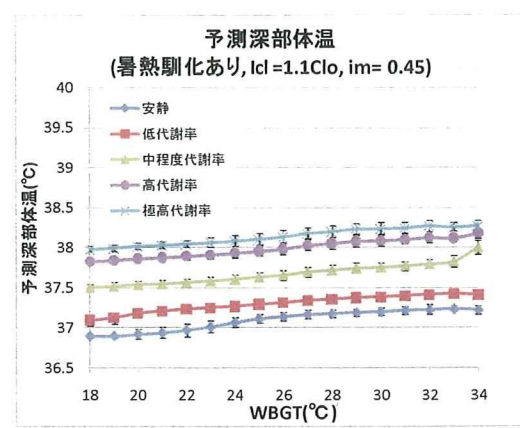


図 3-30. 予測深部体温
(暑熱馴化あり、Icl = 1.1Clo, im = 0.45)

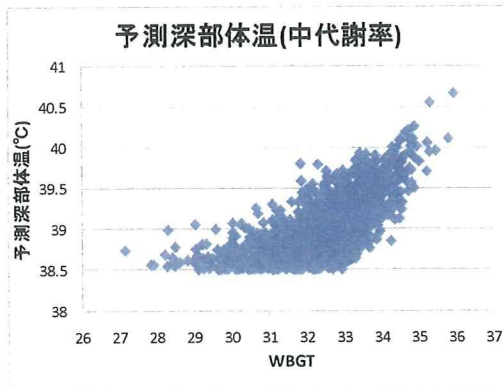


図 4. 中程度代謝率の作業強度で 1 時間作業を継続した場合、予測深部体温が 38.5°C を超える時の環境 WBGT と予測深部体温

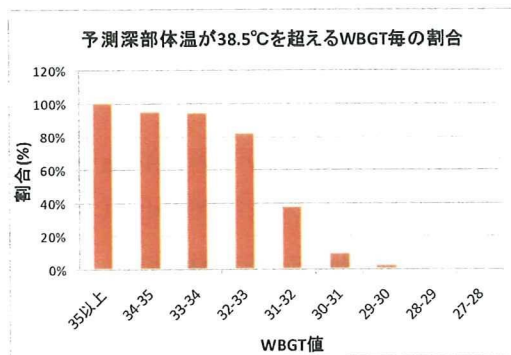


図 5. 1 時間の中程度作業で予測深部体温が 38.5°C を超える気象データが全気象データに占める WBGT 毎の割合

に冷やす方法を取り入れる等の措置が必要と考えられる。水分を取っていたが、熱中症に因って死亡したという事例が熱中症による死亡災害発生事例に報告されており、暑熱ストレスが強いときは水分を摂取するばかりでなく暑熱ストレスを避ける対策をとることが望まれる。なお、暑熱馴化している場合は、予測最大発汗量が多く、熱を逃がす効果が高い。暑熱馴化していない場合よりも、予測深部体温の上昇が抑えられた。衣服の違いによる暑熱負担は、パート

C で解析する。

B. 予測深部体温が 38.5°C を超える場合の気象データの分析

暑熱馴化していない人が中代謝作業量で 1 時間作業した場合の予想深部体温が 38.5°C に達する屋外気象条件を最近 4 年間の 6 つの都市の 6-9 月における気象データから選び出した(2145 件)。これは各都市で平均すると 1 年間当たり、約 90 時間に相当する。この気象データの WBGT 値と予測深部体温の関係を図 4 に示す。WBGT が 27°C 付近でも、深部体温の危険領域である 38.5°C を超える場合があることが示された。低い WBGT 値でも高い深部体温が予想される場合、黒球温度が高いことが、2145 件中のデータを分析することで求められた。2145 件を WBGT 値 1°C 毎に分類し、全気象データに対する WBGT 値毎の割合を求めた(図 5)。WBGT 値が 32-33°C では、80% 以上の気象条件で予測深部体温が 38.5°C を超えることが予想され、31-32°C で 40% 近くの気象条件で、30-31°C で 10% 近く 38.5°C に達することが予想された。WBGT 値が 30°C 以上では注意が必要であることは推測出来た。予測深部体温が 38.5°C を超える温熱環境が、WBGT 値で明確に区分できなかった要因に、PHS モデル予測のばらつきと WBGT 値の信頼性の両方が考えられる。

C. 衣服の種類による暑熱ストレス

中程度代謝率の作業強度を仮定し、衣服の違いによる予測最大発汗量、予測最大深部体温を PHS モデルで計算した。計算した衣服は、顕熱抵抗 (0.3, 0.5, 0.7, 0.9, 1.1clo) 5 種類と im 値 (0.25, 0.35, 0.45) 3 種類の合

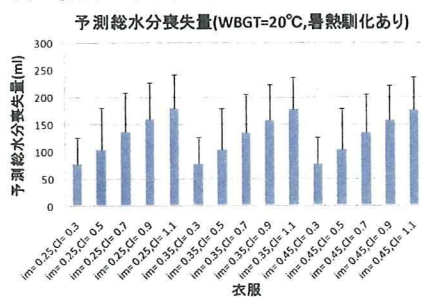


図 6-9. 各種衣服条件での予測総水分喪失量 (WBGT=20°C, 中代謝量, 暑熱順化あり)

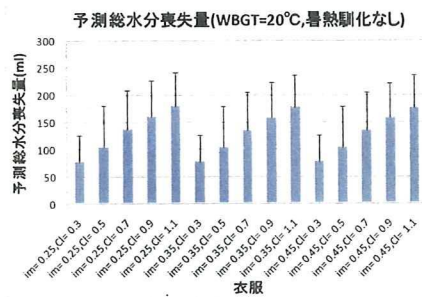


図 6-13. 各種衣服条件での予測総水分喪失量 (WBGT=20°C, 中代謝量, 暑熱順化なし)

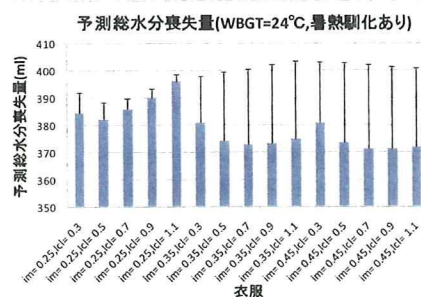


図 6-10. 各種衣服条件での予測総水分喪失量 (WBGT=24°C, 中代謝量, 暑熱順化あり)

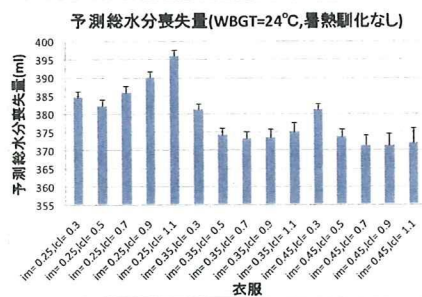


図 6-14. 各種衣服条件での予測総水分喪失量 (WBGT=24°C, 中代謝量, 暑熱順化なし)

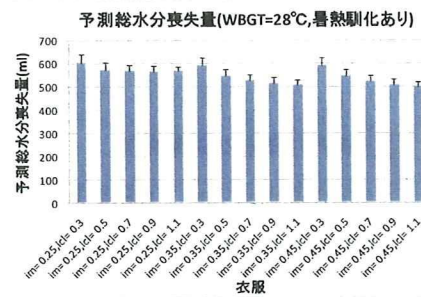


図 6-11. 各種衣服条件での予測総水分喪失量 (WBGT=28°C, 中代謝量, 暑熱順化あり)

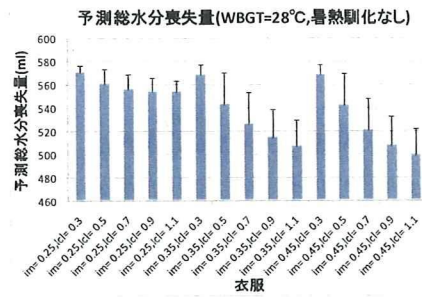


図 6-15. 各種衣服条件での予測総水分喪失量 (WBGT=28°C, 中代謝量, 暑熱順化なし)

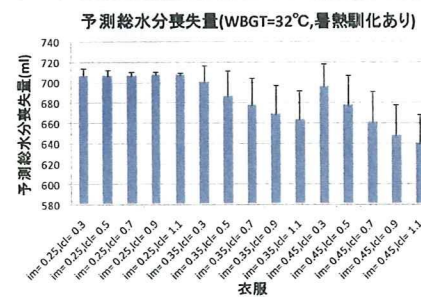


図 6-12. 各種衣服条件での予測総水分喪失量 (WBGT=32°C, 中代謝量, 暑熱順化あり)

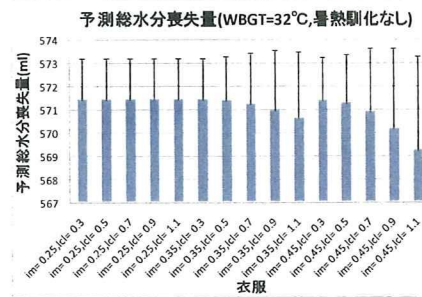


図 6-16. 各種衣服条件での予測総水分喪失量 (WBGT=32°C, 中代謝量, 暑熱順化なし)

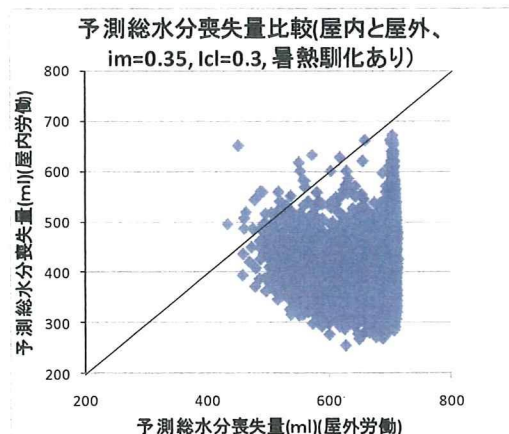


図 7-1. 屋内と屋外作業の予測総水分喪失量比較(im=0.35, Icl=0.3, 暑熱順化あり)

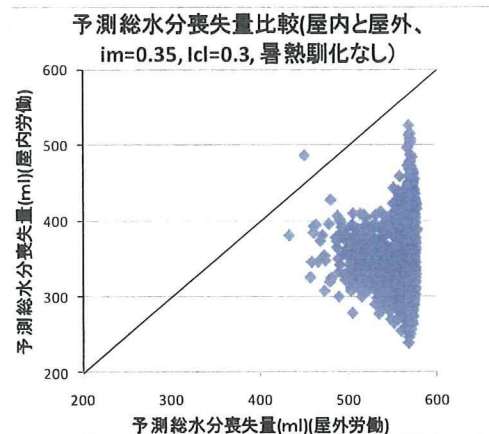


図 7-4. 屋内と屋外作業の予測総水分喪失量比較(im=0.35, Icl=0.3, 暑熱順化無し)

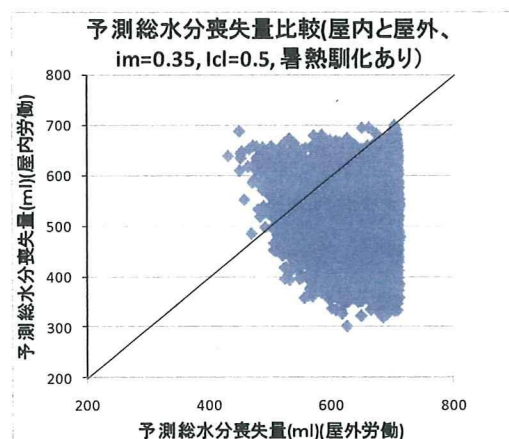


図 7-2. 屋内と屋外作業の予測総水分喪失量比較(im=0.35, Icl=0.5, 暑熱順化あり)

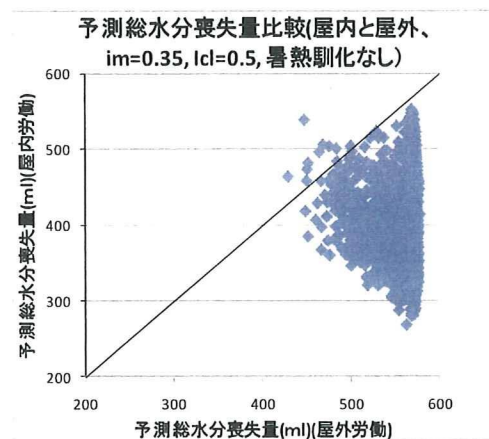


図 7-5. 屋内と屋外作業の予測総水分喪失量比較(im=0.35, Icl=0.5, 暑熱順化無し)

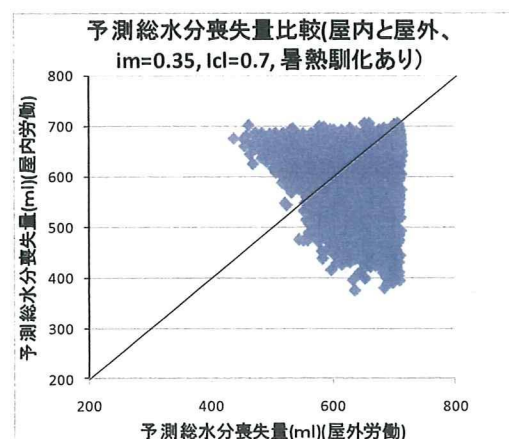


図 7-3. 屋内と屋外作業の予測総水分喪失量比較(im=0.35, Icl=0.7, 暑熱順化あり)

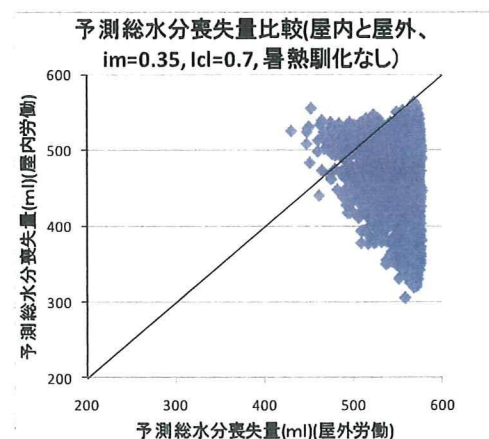


図 7-6. 屋内と屋外作業の予測総水分喪失量比較(im=0.35, Icl=0.7, 暑熱順化無し)

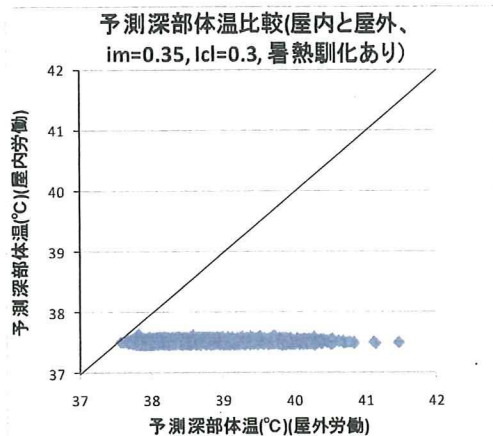


図 7-7. 屋内と屋外作業の予測深部体温比較(im=0.35, Icl=0.3, 暑熱順化あり)

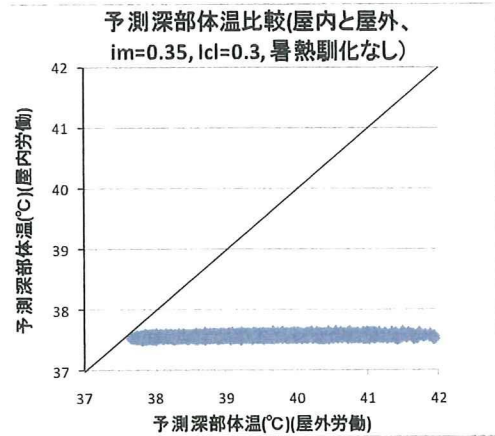


図 7-10. 屋内と屋外作業の予測深部体温比較(im=0.35, Icl=0.3, 暑熱順化なし)

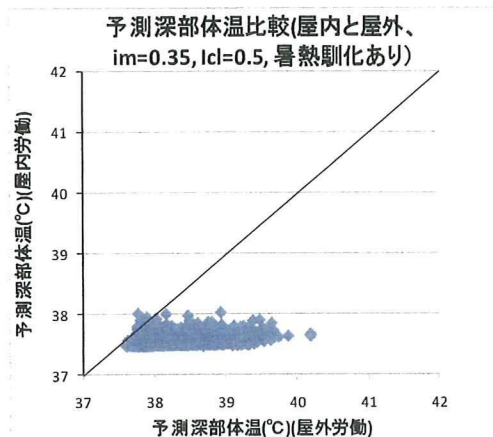


図 7-8. 屋内と屋外作業の予測深部体温比較(im=0.35, Icl=0.5, 暑熱順化あり)

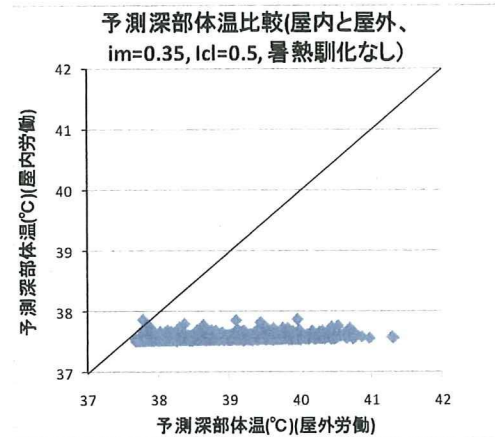


図 7-11. 屋内と屋外作業の予測深部体温比較(im=0.35, Icl=0.5, 暑熱順化無し)

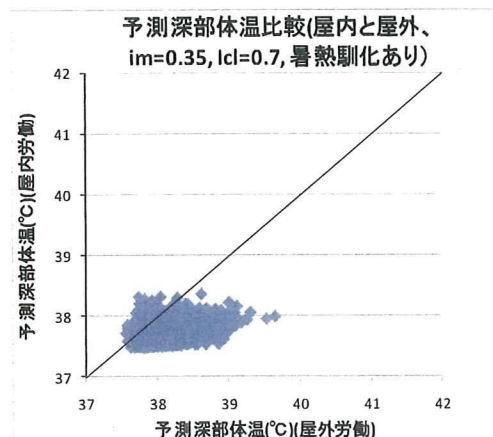


図 7-9. 屋内と屋外作業の予測深部体温比較(im=0.35, Icl=0.7, 暑熱順化あり)

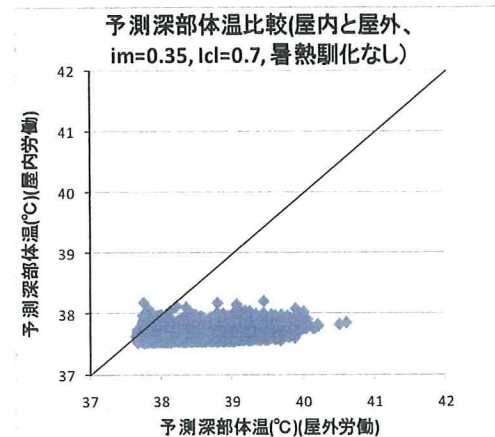


図 7-12. 屋内と屋外作業の予測深部体温比較(im=0.35, Icl=0.7, 暑熱順化無し)

計 15 種類である。屋外の気象データは、表 2 で分類した WBGT 値が 20,24,28,32°C のものを用いた。1 時間屋外作業を継続した場合の予測値を図 6-1~16 に示す。WBGT が 20°C のときは、衣服の顕熱抵抗が増加するにつれて予測深部体温、予測総水分喪失量が増加した。WBGT が 24°C では、衣服の顕熱抵抗の違いによる予測深部体温、予測総水分喪失量に差が無くなった。WBGT が 28°C になると、20°C の時とは逆に顕熱抵抗が大きいと、顕熱抵抗が少ない場合に比べて予測深部体温、予測総水分喪失量が減少した。32°C ではその傾向が大きくなった。これは暑熱ストレスが低い WBGT 20°C では衣服の保温効果のため、予測深部体温や予測水分喪失量が増加したと予想されるが、WBGT が高くなると顕熱抵抗増加で衣服の外界放射熱を防ぐ効果が大きくなり、予測深部体温が減少したと推測される。im 値に関しては、WBGT 値が低い時は、発汗量が少なく、熱の放散は主に空気の対流によっているため、予測深部体温や予測総水分喪失量が im 値でほとんど変化しなかった。WBGT 値が高い時は、蒸気の透過性が悪い衣服を着用した場合に予測深部体温の上昇が大きくなった。これは、環境温度が高い場合は、皮膚の表面温度と気温との差が少なくなるため、空気の対流による熱の放散量は減り、汗の蒸発が熱放散に大きな役割を果たすからだと考えられる。

D. 屋内作業と屋外作業

屋内作業は、屋外作業と比較して太陽からの放射熱は低く抑えられるが、風がないため暑熱負担が高まることが予想される。そのため、WBGT 値 30°C 以上を示す気象

データを対象に屋外作業と屋内作業の暑熱負担を比較した。屋内作業では、黒球温度は乾球温度に置き換え、風速を 0 とした。中程度代謝率の作業強度で 3 種類の衣服 (im=0.35, Icl= 0.3clo; im=0.35, Icl=0.5clo; im=0.35, Icl=0.7clo) を着用した条件で計算した(図 7-1~12)。屋外作業の暑熱負担が屋内作業よりも高いことが予想された。衣服の違いでは、パート C で示したように、顕熱抵抗が低い場合、屋外条件で予測深部体温が高温域に広がった。顕熱抵抗が高い場合、予測深部体温の広がりが抑えられた。予測総水分喪失量は、屋外条件では、最高発汗量に達していると推測され、顕熱抵抗の違いで変化がなかった。それに対して、屋内条件では、顕熱抵抗が大きくなると予測深部体温、予測総水分喪失量とも増加した。実際の屋内作業は、暖まった壁からの放射や狭い空間での湿度上昇、工具の装着等で設定した条件(黒球温度=乾球温度、風速=0)よりも暑熱ストレスは高くなる可能性がある。

E. ISO7243 基準値での予測総水分喪失量 1) 研究方法

ISO7243 の WBGT 暑熱ストレス指数の基準値表に対応した条件(表 3)で、1 時間労働および 8 時間労働したときの予測総水分喪失量、予測深部体温を求めた。労働時間を 8 時間としたため、全計算時間を 8 時間とした。使用した気象データは、前項 A で使用したデータのうち、表 3 の条件にあてはまる気象データを選び出して用いた。表 3 の衣服条件は 0.6clo なので、その値を用い、日本人男性の平均体格(身長 1.7m, 体重 65kg)で計算した。代謝量は、各区分での最

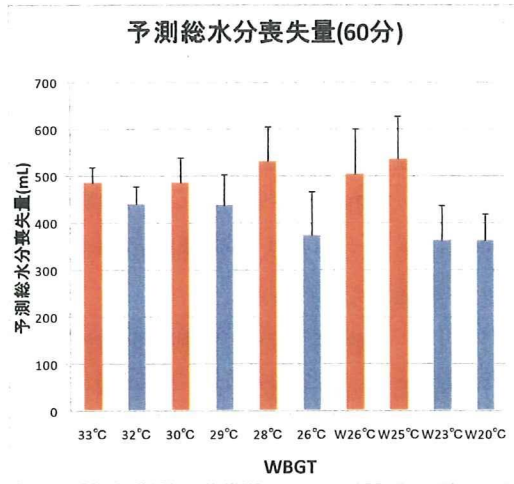


図 8-1. 予測総水分喪失量(1 時間作業時)

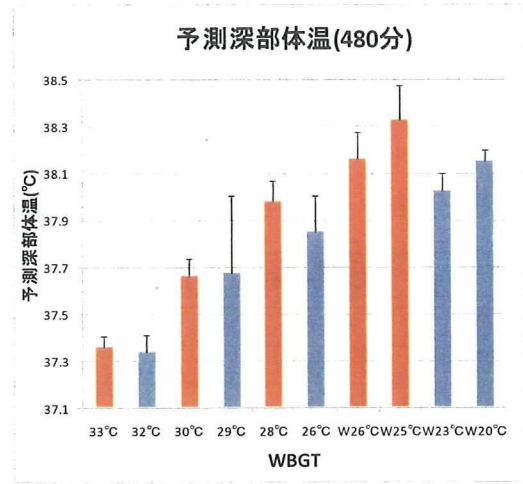


図 8-4. 予測深部体温(8 時間作業時)

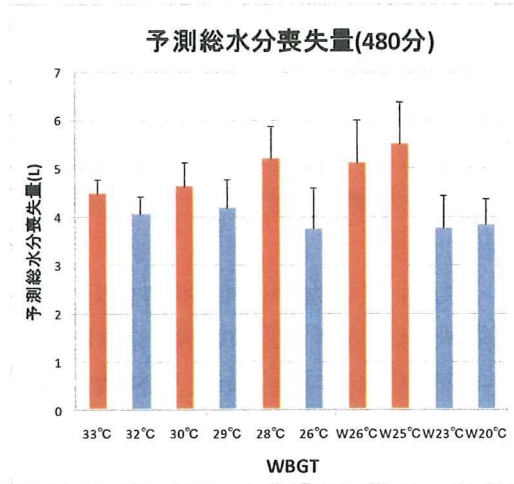


図 8-2. 予測最高深部体温(8 時間作業時)

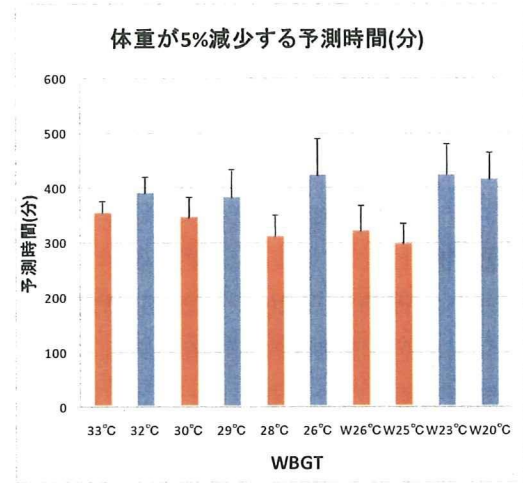


図 8-5. 体重の 5%の水分が喪失する時間

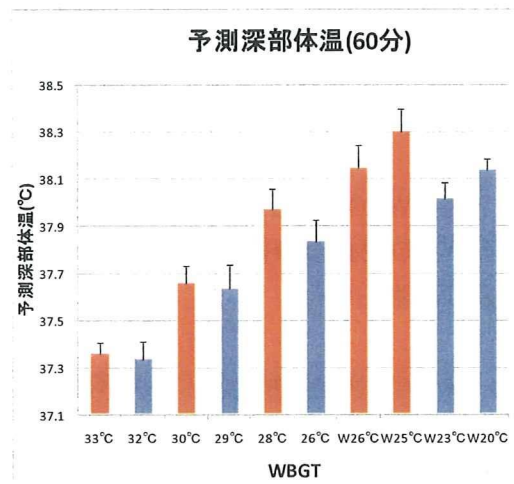


図 8-3. 予測深部体温(1 時間作業時)

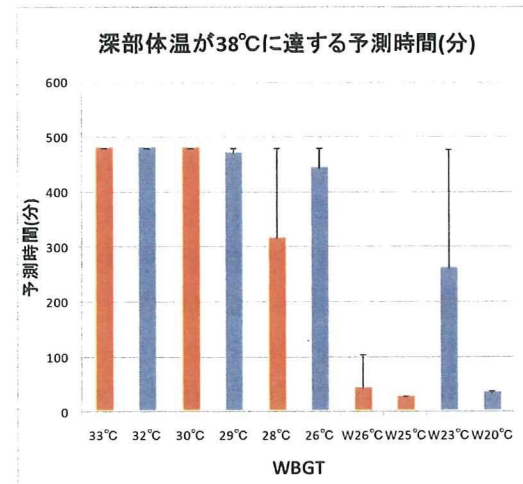


図 8-6. 深部体温が 38°Cまで達する時間

大値、休憩時(65W/m²)、低代謝率(130W/m²)、中程度代謝率(200W/m²)、高代謝率(260W/m²)を用い、PHSモデルで計算した。

表 3. 暑熱ストレス指標基準値表(ISO7243)

代謝率区分	代謝率M 単位体表面積 (W/m ²)	WBGT基準値			
		熱に馴化している人 °C		熱に馴化していない人 °C	
0(安静)	M<=65	33		32	
1(低代謝率)	35<M<=130	30		29	
2(中程度代謝率)	130<M<=200	28		26	
3(高代謝率)	200<M<=260	気流を感じ ない時	気流を感じ るとき	気流を感じ ない時	気流を感じ るとき
		25	26	22	23
4(極高代謝率)	260<M	23	25	18	20

備考: これらの数値は最高直腸温度38°Cを許容限度として設定されている。

2) 研究結果及び考察

予測総水分喪失量(図 8-1,2)、予測深部体温(図 8-3,4)の結果を示す。図 8-1~6 のオレンジは暑熱馴化している人の基準で、青は暑熱馴化していない人の基準を示している。図中の W25°C、W26°C、W23°C、W20°Cは、気流を感じる場合の基準値である。表 3 の気流を感じないときのデータは、屋外の気象データにはあてはまる数が少なかったため、計算を行わなかった。

最初に、暑熱馴化している人と暑熱馴化していない人で、各 WBGT 基準値での予測総水分喪失量と予測深部体温を比較する。1時間の総水分喪失量は、ほぼ 0.3~0.6 リットル/時間の範囲内であった(図 8-1)。同じ代謝率区分で、暑熱馴化している人と暑熱馴化していない人を予測総水分喪失量について比較すると(図 8-1,2)、暑熱馴化している人の水分喪失量が多かった。従って、水分喪失量の限界基準である体重の 5%まで達する予測時間は、暑熱に馴化している人の方が短かった(図 8-2)。予測深部体温は、暑熱馴化している人の基準値が暑熱馴化して

いない人の基準値よりも高かった。暑熱馴化で発汗量が多くなり、体温を下げる働きがあるが、WBGT 基準値が高いため、予測深部体温が高いのだと予想される(図 8-3,4)。従って、PHS モデルに従って計算すると、暑熱馴化している人の暑熱負担が重く、厳しい基準となっていた。

次に、代謝区分間で予測総水分喪失量と予測深部体温を比較する。暑熱馴化した人の予測総水分喪失量は、代謝率が高くなるにつれて、多くなる傾向にあった(図 8-1,2)。暑熱馴化していない人の予測総水分喪失量は代謝率が高くなるにつれて逆に減少傾向にあった(図 8-1,2)。予測深部体温は、暑熱馴化の有る無しにかかわらず、代謝率が高くなるにつれて、高くなった。代謝率が高い方が、暑熱負担が重く、厳しい基準となっていた。

図 8-5 で、作業中に体重の 5%以上の水分が喪失されるまでの時間が各基準の平均で 5-7 時間であったことから、ISO7243 の基準では、8 時間連続して働くことは水分喪失量の点から無理だと予想される。深部体温が 38°Cに達するまでの時間は、代謝率が高い W26°C、W25°C、W20°Cではそれぞれ 43 分、26 分、34 分であった。安静、低代謝区分では、8 時間連続での作業が可能であった。

環境 WBGT が低くても、仕事量が多い場合の ISO7243 基準は、暑熱負担が大きいことが示唆された。

E. 熱中症で救急搬送された人が最も多かった日の気象データを基にした屋外作業者の予測総水分喪失量と予測深部体温

1) 研究方法