

資料

農作業環境を想定した暑熱環境観測（2022年）

高尾佳子・新谷俊二*・小玉真央・熊谷博史

農作業環境を想定して、ビニルハウス、水田、乳牛舎、建物内で暑熱環境観測を行った。観測を行った8月下旬から10月上旬では、水田において、身体作業強度が中程度代謝率の基準値であるWBGT28℃を超えた日が半数以上あった。また、温度の観測では、換気を行っていないビニルハウス内の温度は最も高い日には70.4℃に達しており、非常に危険な状況となっていた。水田や乳牛舎はビニルハウスよりも低いものの、最高がそれぞれ39.5℃、37.5℃であった。

[キーワード：暑熱、熱中症、農作業環境、WBGT（暑さ指数）、温度]

1 はじめに

近年、気候変動により地球全体の気温が上昇しており、当県においても気温の上昇が確認されている¹⁾²⁾。今後も気温上昇が予測されており³⁾、熱中症リスクの高まりが懸念される。当県は農業が盛んであるが、農業従事者は長時間にわたって屋外で作業を行うため、暑熱環境の影響を強く受けると考えられる。また、農業従事者は高齢者の割合が高く⁴⁾、高齢者は熱中症になりやすいため⁵⁾、農業従事者に対する熱中症対策の強化は、重要な課題のひとつである。そこで、農業従事者が作業を行う環境について暑熱状況を把握するため、機器を用いて観測を行った。

2 方法

福岡県農林業総合試験場敷地内のビニルハウス、水田、乳牛舎及び建物内に、表1に示すWBGT計及び温湿度計を設置し観測を行った。観測項目及び解析期間を表2に、各地点に設置した機器の台数を表3に、設置の様子を図1から図4に示す。ビニルハウスは、今回の観測期間には使用していないもので、期間中の換気は行っていない。比較のため、環境省が提供するWBGTのうち太宰府地点のデータ⁶⁾及び気象庁が提供するアメダスの太宰府地点の温度データ⁷⁾を取得した。観測値と太宰府地点のWBGTと関連を見るため、IBM社SPSS Statistics Ver25を用い、スピアマンの順位相関係数 ρ を求めた（有意水準は0.05）。

3 結果及び考察

表3に示すように、10台の機器を設置し観測を行ったが、ビニルハウスと乳牛舎に設置したAD-5695DL（エー・アンド・ディ社製、ADと略）は、機器回収後データを確認したところ正常に記録できていなかった。データが記録

表1 観測機器の概要

製品名	測定範囲
無線黒球式 熱中症指数計 TC-310 (TCと略)	クラス2 (JIS B 7922 : 2023) WBGT : 0.0～50.0℃/±2.0℃ 温度 : -10.0～60.0℃/±1.0℃ 黒球温度 : 0.0～50.0℃/±1.0℃ 相対湿度 : 0.0～90.0% / ±3.0%
黒球形熱中症 指数計 AD-5695DL (ADと略)	クラス2 (JIS B 7922 : 2023) WBGT : 0.0～50.0℃/±2.0℃ 温度 : -10.0～50.0℃/±0.6℃ 黒球温度 : 0.0～80.0℃/±0.6℃ 相対湿度 : 10.0～90.0% / ±5% (20.0～90.0%、25℃時) ±7% (10.0～19.9%、25℃時)
温湿度計 おんどとり TR-74Ui (TRと略)	温度 : 0～55℃/±0.5℃ 湿度 : 10～95% / ±5% (25℃時)

表2 観測項目及び解析期間

観測場所	福岡県農林業総合試験場（筑紫野市吉木58）
観測地点	ビニルハウス 日当たりがよく地面は土 期間中、使用及び換気無し。 水田 日当たりがよく地面は土 期間中使用。 乳牛舎 乳牛舎内の直射日光のあたらない場所 期間中使用。 建物内 3階建て建物内の直射日光のあたらない場所（玄関及び物品保管場所）
機器は地面から約150cmの高さに設置	
観測項目	気温、湿度、WBGT
観測間隔	1時間ごと
解析期間	2022年8月20日0時から同年10月6日23時 ただし、水田は9月5日0時から9月7日23時と 9月18日0時から9月22日23時は観測なし。

表3 設置場所及び略称

設置場所	機器	台数	観測状況	略称
ビニルハウス	AD	1	失敗	ハウス①、ハウス②
	TR	2	成功	
水田	TC	2	成功	水田①、水田②
	AD	1	失敗	
乳牛舎	AD	1	失敗	乳牛舎①、乳牛舎②
	TR	2	成功	
建物内	TR	1	成功	建物内①（事務所1階）
	AD	1	成功	

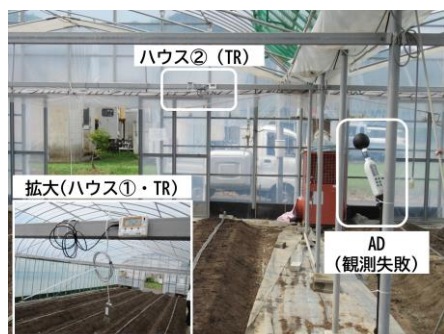


図1 ビニルハウス内設置の様子

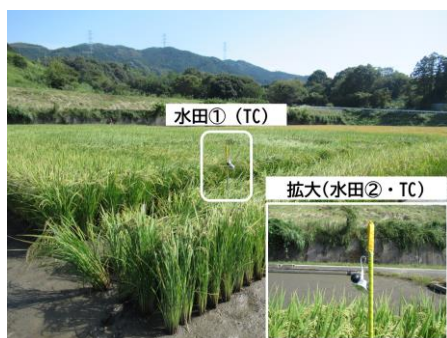


図2 水田への設置の様子

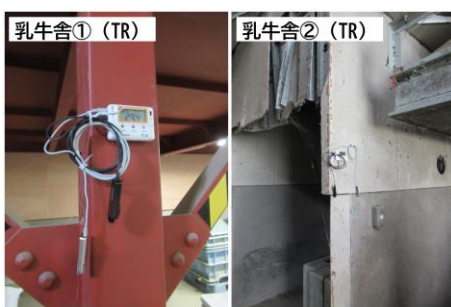


図3 乳牛舎への設置の様子



図4 建物内への設置の様子

できなかった原因は不明である。このため、2台を除外した8台の結果を示す。なお、観測期間中2回の台風接近があり、水田においては、機器の撤去と再設置を行った。このため、表2に示すように水田では、9月5日から9月7日及び9月18日から9月22日については、観測していない。水田では40日間960件、その他の設置場所では48日間1,152件のデータが得られた。

水田に設置した2台（水田①、水田②）及び建物内に設置した1台（建物内②）で観測したWBGTと環境省提供の太宰府地点（太宰府市大佐野）のWBGTを図5に、基本統計量を表4に示す。WBGTは1時間ごとの値で、観測地点と環境省のWBGT太宰府地点は、直線で約7kmの距離にある。水田と環境省WBGTは同様な波形で、建物内はほぼ横ばいであった。基本統計量では（表4）、平均や中央値は、全ての地点で同程度であるが、最大は水田が高く、最小は建物内が高かった。既報⁸⁾の小学校での観測においても、WBGTは、日中は校庭（屋外）の方が高く、夜間は教室（屋内）の方が高い結果が得られており、この結果と同様の傾向であった。厚生労働省通知の身体作業強度等に応じたWBGT基準値では、草むしりや果物や野菜を摘む作業は、身体作業強度としては中程度代謝率とされており⁹⁾、熱に順化している人のWBGT基準値は28℃となっている。この基準に照らし合わせると、水田においては、観測40日中23日（57.5%）で基準値を超えていた（8月：12日中11日、9月：22日中11日、10月：6日中1日）。水田のような観測を行った環境において中程度代謝率の作業を行う場合、熱中症リスクが高く、対策を講じる必要がある。

図6から図8に太宰府地点のWBGTを横軸に、各設置場所のWBGT観測結果を縦軸にした散布図を示す。水田では、強い相関が見られ（水田①： $\rho=0.942, p<0.05$ 、水田②： $\rho=0.927, p<0.05$ ）、今回の場所においては、観測機器が使用できない場合は、太宰府地点の観測値を周辺環境のWBGTとして参考にできると考えられた。建物内では、中程度の相関で（建物内②： $\rho=0.675, p<0.05$ ）、図5のように太宰府地点のWBGTとは波形が大きく異なるため、建物内においては屋外で観測されたWBGTからの簡易推定は困難だと考えられた。

表4 観測及び環境省太宰府地点のWBGTの基本統計量
(単位：℃)

	平均	標準偏差	最小	最大	中央値
水田①	23.2	3.99	13.5	33.6	23.3
水田②	23.4	3.95	13.7	32.2	23.5
建物内②	23.7	1.80	19.7	26.8	24.2
太宰府	23.7	3.72	14.6	33.5	23.9

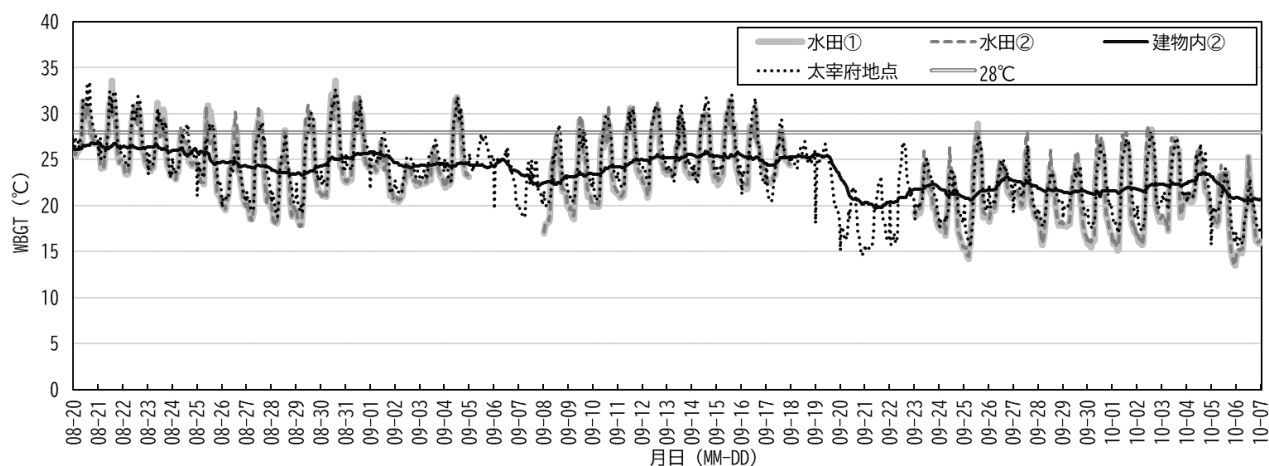


図5 観測機器設置場所と環境省太宰府地点におけるWBGT

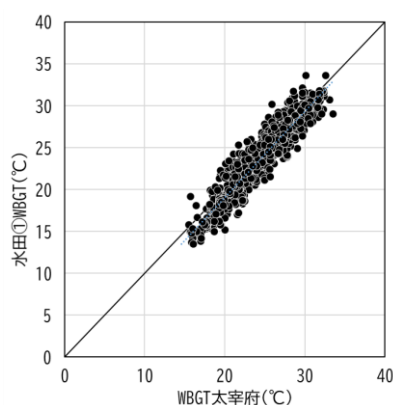


図6 水田①と太宰府地点のWBGTの散布図

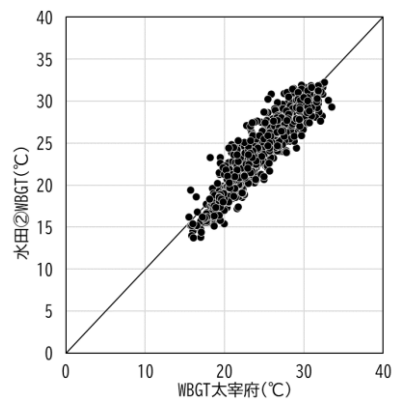


図7 水田②と太宰府地点のWBGTの散布図

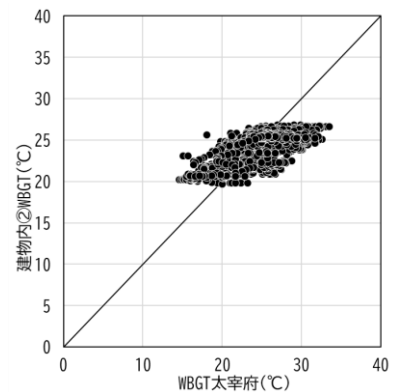


図8 建物内②と太宰府地点のWBGTの散布図

温度の観測結果を図9及び図10に、基本統計量を表5に示す。ビニルハウスと水田は、日中の時間帯において高温となっており、特に、ビニルハウスでは最も高くなった日は70.4℃に達していた。ビニルハウスは、観測期間中は使用しておらず、換気を行っていないため今回のような高温となった。実際に使用するビニルハウスでは、換気が行われるため、今回のような高温にはならないと推察されるが、換気を行わず今回同様の環境において作業が必要な場合は、注意が必要である。ビニルハウスに比べると水田は低いものの、最高で39.5℃だった。夜間は建物内より温度が下がる日が多かった。乳牛舎は、屋根があり直射日光が当たらない環境だったが、最高は35.7℃で、作業を行うことを考えると、熱中症のリスクは高いと考えられる。

図11には、ビニルハウスで観測最高温度だった9月4日の温度変化のグラフを示す。アメダス太宰府の温度は、12時と13時に最高を記録し34℃で、水田では、水田①が11時に39.5℃、水田②が12時に35.5℃だった。ビニルハウスでは、12時に最高を記録し、ハウス①が70.4℃、ハウス②が69.9℃と非常に高温になっていた。ビニルハ

表5 観測機器設置場所及び環境省太宰府地点の温度の基本統計量

(単位: °C)

	平均	標準偏差	最小	最大	中央値
ハウス①	28.4	8.00	15.8	70.4	26.5
ハウス②	28.2	7.78	15.5	69.9	26.4
水田①	25.2	4.99	14.4	39.5	24.9
水田②	25.2	5.03	14.2	38.7	24.9
乳牛舎①	26.8	3.02	20.2	35.7	26.7
乳牛舎②	25.6	2.97	18.6	32.9	25.6
建物内①	25.5	1.24	22.0	28.9	25.7
建物内②	27.7	1.63	24.5	30.3	28.0

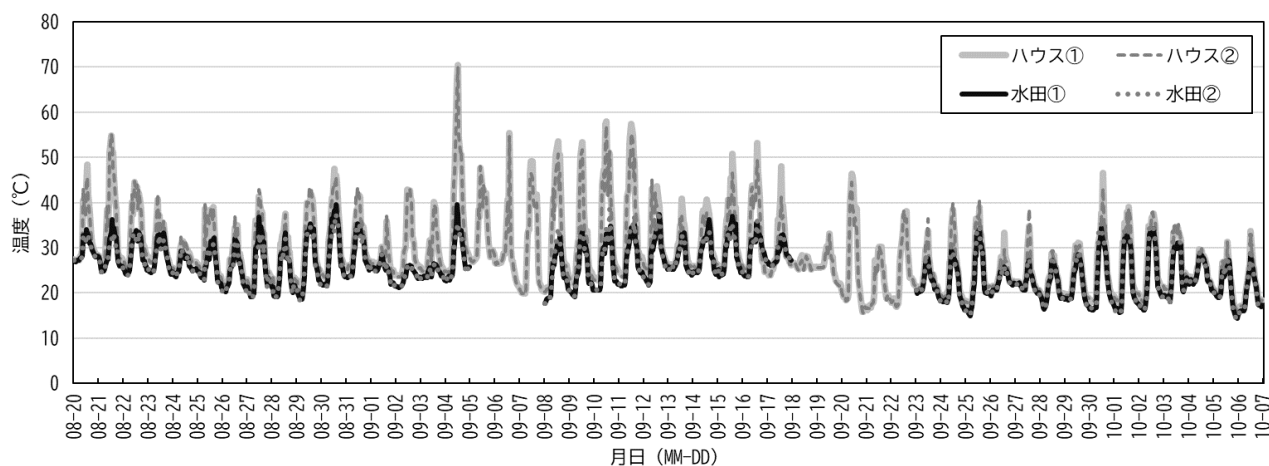


図9 ビニルハウス及び水田の温度観測結果

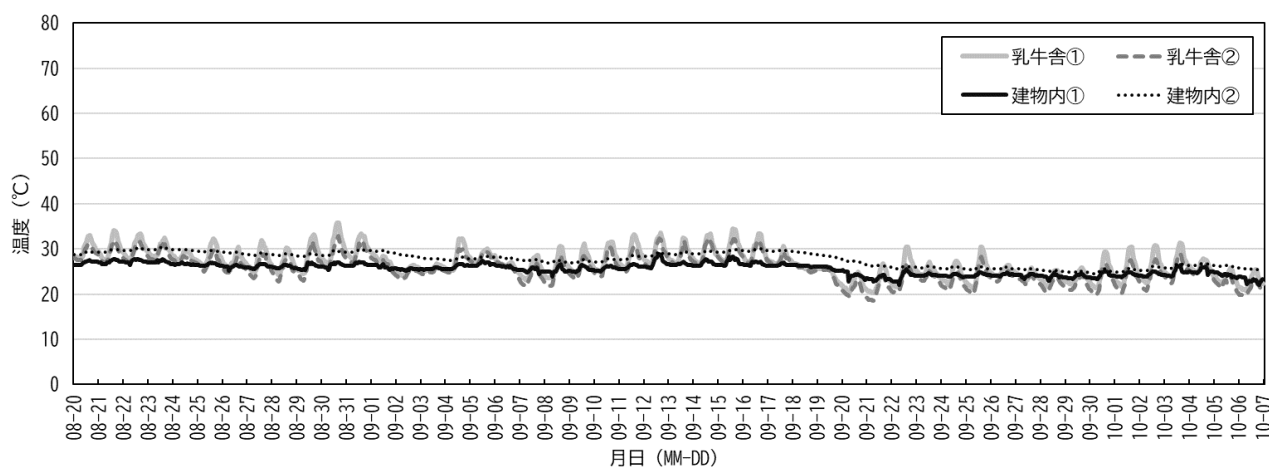


図10 乳牛舎と建物内の温度観測結果

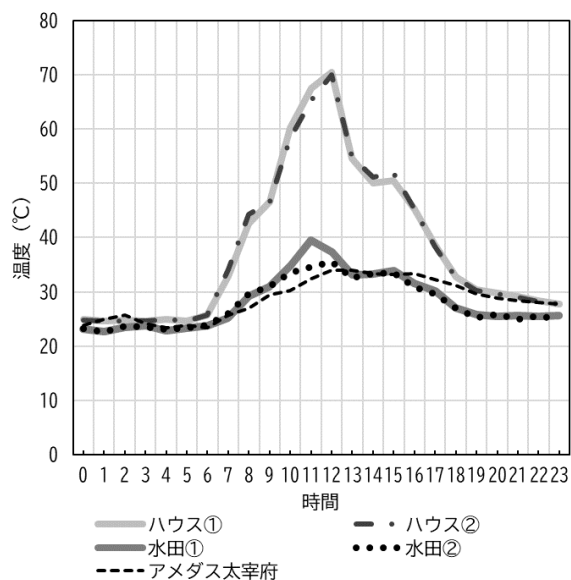


図11 9月4日の温度変化

ウスでは、8時には40℃を超えており、同様の環境で8月や9月に作業を行う場合は、午前中の時間帯であっても、注意が必要である。

試験場職員への聞き取りにおいて、観測期間中、熱中症のような症状を呈した職員は、1人も発生していなかった。対策についての聞き取りでは、熱中症予防として、「気温等の気象情報についてこまめに情報収集し、気温が高くなるとの予報が出ていれば、早い時間帯に作業を行い、暑くなる前に中断する」、「外での作業中は日陰でこまめに休憩し水分を取る」、「エアコンのある部屋へ戻り体を冷やす」等を行っているということだった。

今回は、ビニルハウス及び乳牛舎に設置した WBGT 計での観測が失敗したため、これらの環境については、温度での状況把握となったが、温度でみても熱中症のリスクが高いことが確認された。観測においては、温度とともに湿度データも収集したため、これらデータをもとに、今後 WBGT の推計を試みたい。

4 まとめ

農作業環境を想定した暑熱環境観測を行った。水田においては、熱に順化している人の身体作業強度が中程度代謝率の基準値である WBGT28℃を超えた日が半数以上あった。また、温度の観測では、換気を行っていないビニルハウス

内の温度は最も高い日には70.4℃に達しており、非常に危険な状況となっていた。水田は最高で39.5℃、乳牛舎は37.5℃で、ビニルハウスよりは低いものの危険な状況であった。

謝辞

本調査は、国立環境研究所が実施する「気候変動適応に関する地域気候変動適応センター等との共同研究」として実施した。本調査にあたり、観測にご協力いただいた福岡県農林業総合試験場諸氏、様々なご助言をいただいた気候変動適応センター気候変動影響観測研究室岡和孝室長及び各地域気候変動適応センター諸氏に深謝する。

文献

- 1) 気象庁：世界の年平均気温 (https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/temp/an_wld.html) , 2024. 8. 22.
- 2) 福岡管区気象台：九州・山口県のこれまでの気候の変化（観測成果） (<https://www.data.jma.go.jp/fukuoka/kaiyo/chikyu/report/observation.html>) , 2024. 8. 22.
- 3) 福岡管区気象台：福岡県の気候変動「日本の気候変動2020」（文部科学省・気象庁）に基づく地域の観測・予測情報リーフレット，令和4年3月
- 4) 農林水産省：特集 変化（シフト）する我が国の農業構造 (https://www.maff.go.jp/j/wpaper/w_maff/r3/r3_h/trend/part1/chap1/c1_1_00.html) , 2024. 8. 22.
- 5) 環境省：熱中症環境保健マニュアル 2022，令和4年3月改定
- 6) 気象庁：過去の気象データ検索 (<https://www.data.jma.go.jp/stats/etrn/index.php>) , 2024. 8. 7.
- 7) 環境省：熱中症予防情報サイト過去データ (https://www.wbgt.env.go.jp/record_data.php) , 2024. 8. 16.
- 8) 高尾佳子ら：福岡県保健環境研究所年報第50号，111－116，2023.
- 9) 厚生労働省「職場における熱中症の予防について」（平成21年6月19日基発第0619001号）.