

高温期のハウス内における作業者の効果的暑熱軽減対策

宮城県農業・園芸総合研究所

1 取り上げた理由

高温期のハウス内作業は過酷な暑熱環境下で行われている。ハウス内での高温作業時の熱中症リスク対策として、ファン付き作業着（商品名：空調服、以下「空調服」）と移動式小型ファン等の利用が有効である。しかし、盛夏等の高温時には送風の冷涼感が得られにくいことがある。そこで、細霧冷房でハウス内気温を下げ、ネッククーラーを追加して冷涼感を確保することによる暑熱軽減効果や、さらにフード付き空調服の有効性を明らかにしたので普及技術とする。

2 普及技術

- 1) 高温時にハウス内で細霧冷房を稼働すると、気温を2℃以上低下させる効果があり、その環境下での作業時に空調服を着用し、インナーには吸汗速乾半袖シャツを着て、首または額にネッククーラーを巻き、移動式小型ファンで頭部に送風すると、暑熱対策を行わない場合に比べて作業中の胴体及び頭部の表面温度が低く保たれ、作業後は頭頂部4～6℃程度、胴体部は2℃程度低く、作業者の暑さの自覚症状が軽減される（図1、図2、表1、表2、図3）。
- 2) フード付き空調服を着用すると、頭部まで送風されるので移動式小型ファンを使用したときと同等以上の暑熱軽減効果がある（図1、表2、図3）。

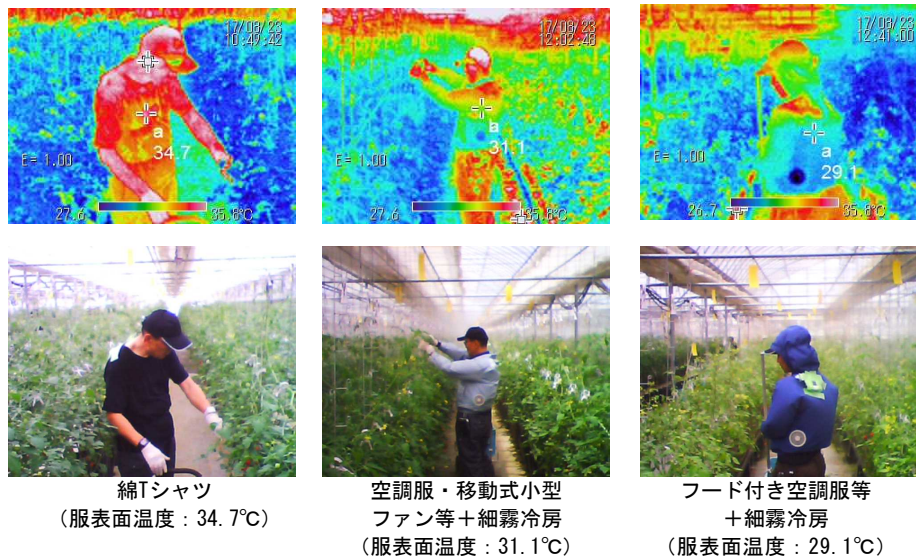


図1 暑熱対策による作業者の表面温度分布
(上：サーモグラフィー，下：通常撮影)

3 利活用の留意点

- 1) 本成果は、平成28年は所内のトマト栽培ハウス（0.8a），平成29年は夏秋期にミニトマトを栽培している宮城県内の大規模水稲育苗ハウス（18a）での結果である。
なお、細霧冷房による作物への影響はなかったことが確認されている。
- 2) 細霧冷房は、平成28年は（株）イーエスウォーターネットのESフォガーシステム（1a用）を、ハウス内気温が25℃を超える晴天日に30秒噴霧30秒停止の条件で、午前9時～午後3時に噴霧している。価格は約65万円である。平成29年は（株）いけうちのcoo1BIMセミドライフォグ微霧冷房加湿システム（10～20a用）を、設定温度25℃（+3℃になると噴霧開始），設定相対湿度80%，30秒噴霧30秒停止の条件で、午前8時～午後4時に稼働している。価格は約300万円である。

- 3) フード付き空調服は(株)空調服のBPF-500N, 空調服は同社のBP-500N(平成28年はP-500N)で、風量を最も強くして使用している。価格はどちらも約2万円である。
- 4) 吸汗速乾半袖シャツは、平成28年は(株)デサント、平成29年は(株)ドームの製品を使用し、素材はポリエステル100%である。価格は約4千円である。
- 5) ネッククーラーは、大作商事(株)のマジクールを使用し、常温の水を十分に吸水保持させ、平成28年は額に、平成29年は首に着用している。価格は約700円である。

(問い合わせ先: 宮城県農業・園芸総合研究所情報経営部 電話022-383-8114)

4 背景となった主要な試験研究

1) 研究課題名及び研究期間

食料生産地域再生のための先端技術展開事業「土地利用型営農技術の実証研究(露地園芸技術の実証研究)」(平成24~29年度)

2) 参考データ

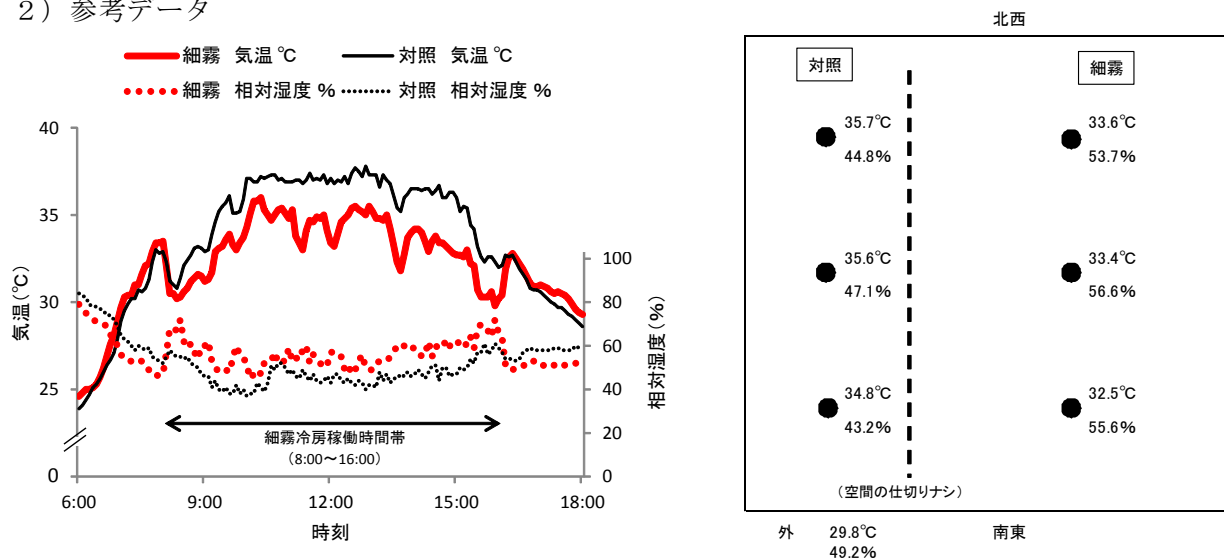


図2 細霧冷房によるハウス内温湿度の推移(左)及び分布(平成29年7月9日, 8:00~16:00稼働)

表1 細霧冷房と上半身暑熱対策による作業者の暑熱軽減効果(平成28年, 0.8aハウス)

試験区	暑熱軽減対策の内容	作業後の身体表面温度				暑さの自覚症状		作業者の評価
		胴体		頭部		作業前	作業後	
		胸(°C)	背中(°C)	頭頂部(°C)	頬(°C)			
上半身暑熱対策 +細霧冷房	吸汗速乾半袖シャツ 空調服 移動式小型ファン ネッククーラー 細霧冷房	33.8 (-2.0)	35.3 (-0.6)	34.5 (-6.4)	34.9 (-0.6)	2.0	2.2	風で頭部と胴体は涼しい。 霧が顔に当たると冷たくて気持ちいい。
上半身暑熱対策	吸汗速乾半袖シャツ 空調服 移動式小型ファン ネッククーラー	33.7 (-2.1)	35.6 (-0.3)	35.0 (-5.9)	35.3 (-0.2)	2.0	2.6	風で頭部と胴体は涼しい。
対照区	(綿Tシャツ)	35.8	35.9	40.9	35.5	2.6	4.4	頭部・胴体とも暑く、汗で下着がべたつく。
有意差	上半身暑熱対策 +細霧冷房 VS 対照区	ns	ns	**	ns	ns	*	
	上半身暑熱対策 VS 対照区	ns	ns	**	ns	ns	*	

注1) 作業後の身体表面温度及び暑さの自覚症状は、40歳代男性(n=5)の平均値で、()内は対照区との差を示す。
 注2) トマトの芽かき・誘引等の作業を30分間実施した後に身体表面温度を放射温度計で計測した。なお、各区とも帽子を着用していない。
 注3) 暑さの自覚症状は、「1:全く気にならない~3:気になる~5:非常に気になる」の5段階自己評価。
 注4) 有意差:**は1%水準、*は5%水準で対照区と有意差あり、nsは有意差なし(身体表面温度はDunnnett法、暑さの自覚症状はsteel法)。

表2 細霧冷房と上半身暑熱対策による作業者の暑熱軽減効果（平成29年，18aハウス）

試験区	暑熱軽減対策の内容	作業後の身体表面温度				暑さの自覚症状		作業者の評価
		胴体		頭部		作業前	作業後	
		胸 (°C)	背中 (°C)	頭頂部 (°C)	後頭部 (°C)			
上半身暑熱対策A +細霧冷房	吸汗速乾半袖シャツ フード付き空調服 ネッククーラー 細霧冷房<遮光>	32.4 (-2.4)	33.0 (-3.2)	35.1 (-3.5)	34.6 (-3.4)	1.9	1.7	フードがあることで頭がかなり涼しい。 頭頂部にもっと風が来るとよい。
上半身暑熱対策B +細霧冷房	吸汗速乾半袖シャツ 空調服 ネッククーラー 移動式小型ファン 細霧冷房<遮光>	32.4 (-2.4)	33.7 (-2.5)	34.8 (-3.8)	36.3 (-1.7)	1.8	1.6	空調服の風でネッククーラーも気持ちよい。霧 が移動式小型ファンの風とともに顔に当たると 気持ちよい。
細霧冷房	(綿Tシャツ) 細霧冷房<遮光>	34.1 (-0.7)	35.9 (-0.3)	37.2 (-1.4)	37.7 (-0.3)	2.7	3.2	顔や腕に霧が当たると冷涼感がある。
対照区	(綿Tシャツ) <遮光>	34.8	36.2	38.6	38.0	2.7	3.6	汗がべたつき、熱気がこもる。
有意差	上半身暑熱対策A +細霧冷房 vs 対照区	**	**	*	*	**	**	
	上半身暑熱対策B +細霧冷房 vs 対照区	**	**	*	ns	**	**	
	細霧冷房 vs 対照区	ns	ns	ns	ns	ns	ns	

注1) 各区とも作業者に帽子(メッシュ生地のカップ)を着用した。また、暑熱軽減対策のうち、暑熱の状況により現地慣行に従い遮光率30%の資材を展張した。
 注2) 作業後の身体表面温度及び暑さの自覚症状は、20~50歳代男性(n=10、一部欠測あり)の平均値で、()内は対照区との差を示す。
 注3) 身体表面温度は、ミノマトの芽かき誘引作業を20分間実施した後に、各部位に粘着包帯等で付けた温度センサーで計測した。
 注4) 暑さの自覚症状は、「1:全く気にならない~3:気になる~5:非常に気になる」の5段階自己評価。
 注5) 有意差:**は1%水準、*は5%水準で対照区と有意差あり、nsは有意差なし(身体表面温度はDunnett法、暑さの自覚症状はsteel法)。

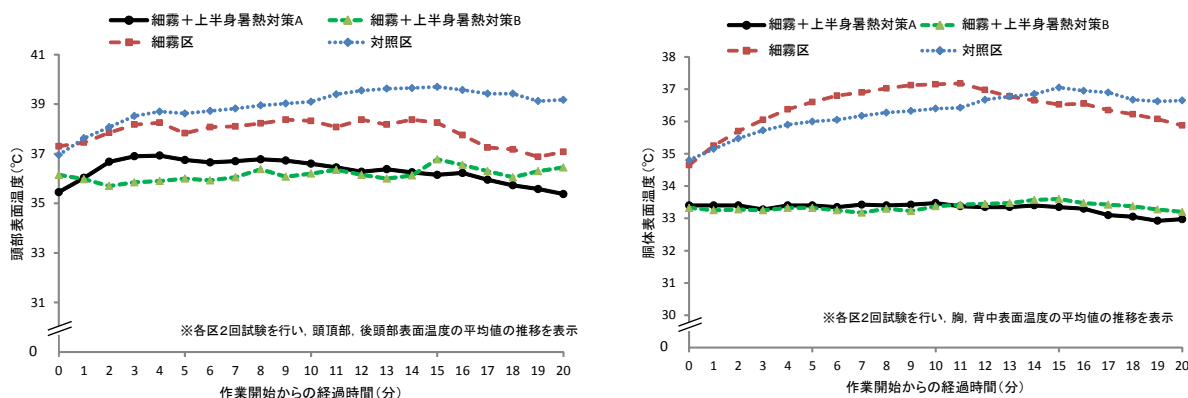


図3 作業中の身体表面温度の推移（左：頭部，右：胴体，平成29年8月25日，被験者40歳代男性）

3) 発表論文等

a 関連する普及に移す技術

- a) 高齢者の農作業の軽労化・快適化に向けたファン付き作業着（商品名：空調服）の利用（第83号参考資料）
- b) 夏期の園芸施設内におけるファン付き作業着（商品名：空調服）の効果的利用法（第90号参考資料）

b その他

- a) 平成27年度東北農業研究成果情報：高温期の園芸施設内におけるファン付き作業服の暑さ軽減効果を高める着用方法
- b) 平成27年度東北農業研究成果情報：高温期の園芸施設内作業における移動式小型ファンによる暑熱軽減技術
- c) 小池修・高橋正明・庄子友夫（2017），高温期のハウス内における着用物と細霧冷房による作業員に対する暑熱軽減効果，農業食料工学会東北支部報第64号，p9-12
- d) 平成29年度東北農業研究成果情報に掲載予定

4) 共同研究機関

(国研) 農研機構東北農業研究センター