

[成果情報名]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

[要約]ハウス内で細霧冷房を稼働し、その環境下で空調服・移動式小型ファン・ネッククーラー等を着用して作業を行うと、身体表面温度が2～6℃低く抑えられる。フード付き空調服を着用すると、移動式小型ファンは不要となる。

[キーワード]細霧冷房、空調服、フード付き空調服、ネッククーラー、上半身暑熱軽減

[担当]宮城県農業・園芸総合研究所・情報経営部

[代表連絡先]電話 022-383-8114

[区分]東北農業・作物生産(作業技術)

[分類]普及成果情報

[背景・ねらい]

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、ファン付き作業服(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、フード付き空調服の有効性を明らかにする。

[成果の内容・特徴]

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後の身体表面温度は、頭頂部4～6℃程度、胴体部は2℃程度低下し、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)。
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、空調服に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2、表2)。

[普及のための参考情報]

1. 普及対象:主に大規模経営体(施設園芸、水稻育苗ハウス高度利用)
2. 普及予定地域・普及予定面積・普及台数等:宮城県内を中心に15ha以上
3. その他:
 - 1)本成果は、農林水産省「食料生産地域再生のための先端技術展開事業」で実施し、2016年は研究所内のトマト栽培ハウス(0.8a)、2017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稻育苗ハウス(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、2016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時に稼働している。価格は約65万円である。2017年は(株)いけうちのcoolBIM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(2016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、2016年は(株)デザート、2017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、2016年は額に、2017年は首に着用している。価格は約700円である。

[具体的データ]

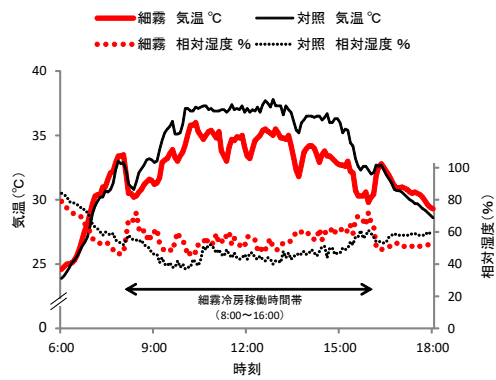


図1 細霧冷房によるハウス内温湿度 (2017年7月9日、18aハウス、8:00~16:00稼働)

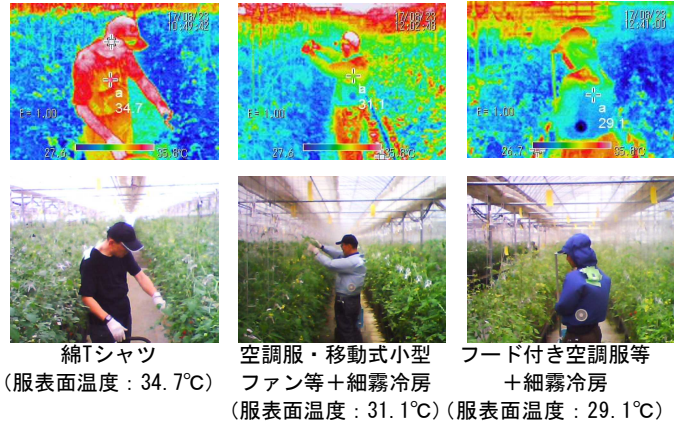


図2 暑熱対策による作業者の表面温度分布 (上:サーモグラフィー、下:通常撮影)

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 (2016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)	(5段階評価)		
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Dunnett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 (2017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)	(5段階評価)		
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> 吸汗速乾半袖シャツ	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	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いい。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いい。
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(メッシュ生地のキャップ)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%の資材を展開した。
 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、ミニトマトの芽かき誘引作業を20分間実施した後に、各部位に粘着テープ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)。

(宮城県農業・園芸総合研究所)

[その他]

研究担当者: 小池修 (宮城農園研)、高橋正明 (宮城農園研)、山村真弓 (宮城農園研)
 発表論文等: 小池ら (2017)、農業食料工学会東北支部報、64:9-12