イチゴ高設栽培での細霧冷房および送風処理が第一次腋果房の開花，収量に及ぼす影響

誌名	和歌山県農林水産試験研究機関研究報告
ISSN	21875634
著者名	田中,寿弥 東,卓弥 神谷,桂
発行元	和歌山県農林水産部
巻/号	2号
掲載ページ	p. 29-39
発行年月	2014年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council Secretariat

AgriKnowledge

イチゴ高設栽培での細霧冷房および送風処理が第一次腋果房の開花，収量に及ぼす影響

田中寿弥・東　卓弥・神谷　桂[1]

和歌山県農業試験場

Effects of Mist Cooling-Ventilation Treatment on Flowering of the Secondary Flower Cluster and Yield in Bench Culture Strawberry

Toshihiro Tanaka, Takaya Azuma, and Katsura Kamiya[1]

Wakayama Agricultural Experiment Station

緒　言

イチゴの促成栽培では自然条件で花芽分化した苗を9月中下旬に定植し，12月上旬から収穫を開始する．しかし，イチゴの市場価格は10～12月が高いことから，この時期の収量を増やすため低温処理育苗による早期作型が普及している（伏原．2005）．早期作型では，育苗時に10～15℃で低温処理を行い頂果房の花芽を自然条件よりも早く分化させることで，定植・収穫時期を早めることが可能である．しかし，第一次腋果房の花芽分化は定植後から10月上旬の高温条件により抑制されるため，頂果房と第一次腋果房の間に収穫の中休みが発生することが，‘とちおとめ’，‘あまおう’，‘さちのか’，‘まりひめ’等の多数の品種で問題とされている（三井ら．2003，家中・稲葉．2006，田中ら．2012）．

一方，イチゴの高設栽培は，地面から隔離した栽培槽を地上80～100cmに設置し栽培する方法で，収穫や栽培管理が立った状態の姿勢で作業でき省力的である，耕耘機やトラクター等の大型機械が不要である，温度や肥培管理の自動化・マニュアル化がしやすい，土に触れる機会が少なく快適な労働環境である等の利点がある（伏原．2004）．2011年の和歌山県いちご生産者組合連合会調べによると，高設栽培は本県でもイチゴ栽培面積の1割強を占め，新規参入者を中心に年々普及が進んでいる．しかし，高設栽培は，導入経費が高価である，収量が土耕と同程度，培地が少なく空気中にあるため気温の影響を受けやすい等の欠点があり，今後のさらなる普及のためにはこれらの問題を改善することが必須である．

このように，高設栽培が普及する中，その収量・収益性向上のためには，頂果房と第一次腋果房の中休み解消が必要であり，定植後のハウス内を冷却することは有効な手段の一つであると考えられる．現在，施設園芸で利用されている冷房方式は，ヒートポンプ（エアコン，冷凍機）利用，水の気化冷却利用，地下水利用の3つに大別できるが，経費や汎用性を考慮すると気化冷却を利用する細霧冷房が最有力と考えられる（林，2003，2006）．しかし，イチゴにおいて第一次腋果房の開花

[1]現在：和歌山県農業大学校

促進を目的とした定植後の細霧冷房について研究はほとんど行われていない.

また，山崎ら（2007）は，不織布シートを栽培槽に用いたイチゴ高設栽培に，栽培槽への送風による強制気化機構を組み込むことで，気化潜熱により培地温度を低く維持でき，第一次腋果房の出蕾が早まることを報告している．本県では栽培槽に防根透水シートを用いたハンモック方式のイチゴ高設栽培システムが普及しており，既存の暖房機および送風ダクトを利用することで，栽培槽表面からの水の蒸発による培地冷却効果が期待できる.

そこで，本研究では，和歌山県内産地で栽培されている‘さちのか’，‘まりひめ’，‘紅ほっぺ’の3品種について，早期作型において，イチゴ高設栽培での細霧冷房とベッド下からの送風処理による温度低下効果，第一次腋果房の開花・収穫時期と収量について調査した.

材料および方法

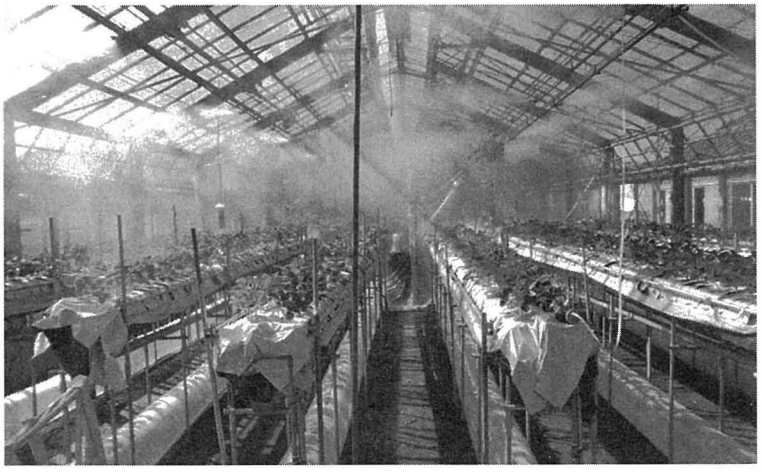
品種は‘さちのか’，‘まりひめ’，‘紅ほっぺ’の3品種を供試した．8月上旬から25～30日間，15℃，8時間日長で夜冷短日処理を行った苗を，2009年は8月31日，2010年は8月30日，2011年は9月1日に高設ベッド（高さ90cm）に定植した．栽植密度は，株間23cm，畝間120cmの2条植え（7246株/10a）とした.

試験1．細霧冷房および送風処理による株冷却効果

2009年は農業試験場（和歌山県紀の川市）内の単棟ガラスハウス（間口7.5m×奥行18.5m×軒高2.5m）の中央をビニルフィルムで全面に張って南北に仕切り，南側を冷却区（細霧冷房と送風処理（第1図）），北側を無処理区とした．細霧冷房および送風処理は9月1日～10月5日に実施した．細霧冷房は，高設ベッドの上部120cmに，ノズル間隔200cm，チューブの間隔220cmに設置した細霧ノズル（ヤマホ工業株式会社製，噴出量約350ml/分/個，平均霧粒子径約40μm）より噴霧し，8～16時に，20秒噴霧120秒停止を繰り返した．送風処理は小型温風機の送風機（ネポン社製，KA321）を用い，50cm間隔で直径2.5cmの穴を開けたポリダクト（折り径47.5cm）を高設ベッドの下部50cmの位置に設置し，24時間稼働させた．処理期間中，ハウス内に遮光資材（遮光率約50%）を展張した.

2010年は8月31日～10月4日に細霧冷房および送風処理を実施した．細霧冷房は，8～16時の間，20秒噴霧60秒停止を繰り返した．それ以外は2009年と同じである.

2011年は農業試験場内の単棟ビニルハウス（間口7.2m×奥行26m×軒高2.3m）の中央をビニルフィルムで全面に張って南北に仕切り，北側を冷却区，南側を無処理区とした．細霧冷房および送風処理は9月7日～10月11日に実施した．細霧冷房は，8～16時の間，15秒噴霧90秒停止を繰り返した．送風処理は小型温風機の送風機（ネポン社製，KA205）を用いた．処理期間中，ハウス外に遮光資材（遮光率約50%）を展張した．それ以外は2009年と同じである.



第1図　細霧冷房および送風処理

処理期間中の2009年9月1日～10月5日

（9月11，12，23，24，25日は欠測），2010年9月1日～30日，2011年9月11日～10月10日の気温（ベッド上10cm，2条植えの条間），培地温度（培地表面より深さ10cm），クラウン温度（クラウン部表面）をコンパクト温度ロガー（安立計器株式会社製）により測定した．

試験 2．細霧冷房および送風処理が第一次腋果房の開花，収量に及ぼす影響

2009～2011 年に実施し，試験施設，細霧冷房および送風処理条件は試験 1 のとおりとして，細霧冷房と送風処理を行う冷却区と無処理区を設定した．処理期間中の培養液は，大塚 SA 処方＋ハウス 5 号溶液を用い，2009 年は EC0.3dS/m，2010 年と 2011 年は EC0.5dS/m で施用した．

調査株数は各区 20 株とした．処理終了後（2009 年 10 月 8 日，2010 年 10 月 4 日，2011 年 10 月 12 日）に株の草丈，新生第 3 葉の葉柄，新生第 3 葉の中央小葉の葉身，葉幅，葉色（SPAD 値，MINOLTA 製葉緑素計）を，また，処理期間中（2009 年 9 月 3 日～10 月 13 日，2010 年 9 月 2 日～10 月 4 日，2011 年 9 月 8 日～10 月 11 日）の展葉数を調査した．さらに，頂果房と第一次腋果房の開花日，収穫開始日，果房間葉数（2011 年は未調査），また，収穫開始から 2009 年は 2 月末まで，2010 年，2011 年は 4 月末まで 7g 以上果実の時期別収量を調査した．

試験 3．細霧冷房および送風処理下における培養液濃度が第一次腋果房の開花，収量に及ぼす影響

試験施設，細霧冷房，送風処理条件は試験1（2010年）のとおりとし，細霧冷房および送風処理区内に，高EC区，中EC区，低EC区を設定した．各試験区の培養液濃度は，高EC区がEC0.8dS/m，中EC区がEC0.5dS/m，低EC区が0.25dS/mとした．培養液は大塚SA処方＋ハウス5号溶液を用い，潅水同時施肥として株当たり約40ml×5回／日を施用した．処理終了後は全区同じ培養液濃度で管理した．

調査株数は1区10株の2反復とした．処理終了後の2010年10月4日に株の草丈，新生第3葉の葉柄，新生第3葉の中央小葉の葉身，葉幅，葉色（SPAD値，MINOLTA製葉緑素計）を，また，9月2日～10月4日の展葉数を調査した．さらに，頂果房と第一次腋果房の開花日，収穫開始日，果房間葉数，また，収穫開始から4月末まで7g以上果実の時期別収量を調査した．

試験 4．細霧冷房および送風処理下における遮光が第一次腋果房の開花，収量に及ぼす影響

試験は 2010 年に単棟パイプハウス（幅 5.5m×長 18.5m×軒高 1.5m）で行い，ビニル被覆したハウスの外側の北側半分に遮光率 50%の資材（タイレン遮光ネット AG-30）を展張し，ハウスの北側を遮光区，南側を遮光しない対照区とした．細霧冷房は両区とも同様に，高設ベッドの上部 80cm の位置に，ノズル間隔 200cm，チューブの間隔 200cm に設置した細霧ノズルより噴霧した．送風処理は小型温風機の送風機（ネポン社製，KA205）を用いた．それ以外の細霧冷房，送風処理条件は，試験 1（2010 年）のとおりとした．培養液は大塚 SA 処方＋ハウス 5 号溶液を用い，処理期間中 EC0.5dS/m で管理した．

調査株数は各区 20 株とした．処理期間中の 2010 年 9 月 4～30 日（9 月 16～24 日は欠測）の気温（ベッド上 10cm，2 条植えの条間），培地温度（培地表面より深さ 10cm），クラウン温度（クラウン部表面）をコンパクト温度ロガー（安立計器株式会社製）により測定した．処理終了後の 10 月 7 日に株の草丈，新生第 3 葉の葉柄，新生第 3 葉の中央小葉の葉身，葉幅，葉色（SPAD 値，MINOLTA 製葉緑素計）を，また，9 月 6 日～10 月 7 日の展葉数を調査した．さらに，頂果房と第一次腋果房の開花日，収穫開始日，果房間葉数，また，収穫開始から 4 月末まで 7g 以上果実の時期別収量を調査した．

結　果

試験1. 細霧冷房および送風処理による株冷却効果

第1表に細霧冷房および送風処理期間の気温，クラウン温度，培地温度の日平均，最高，最低温度を示した．日平均気温は，2009年が冷却区21.7℃，無処理区23.3℃，2010年が冷却区24.0℃，無処理区25.4℃，2011年が冷却区22.0℃，無処理区23.1℃であり，冷却区が無処理区よりも，1.1～1.5℃低かった．また，冷却区は，日平均のクラウン温度が0.8～1.8℃，培地温度が1.2～1.6℃，それぞれ無処理区に比べて低く，日平均気温と同じ傾向であった．冷却区の日最高温度は，気温が2.9～3.8℃，クラウン温度が約1.5℃，培地温度が1.5～2.1℃，また，冷却区の日最低温度は，気温が約0.3℃，クラウン温度が0.4～1.5℃，培地温度が約1.0℃，それぞれ無処理区に比べて低かった．

第1表　細霧冷房および送風処理と株周辺の日平均，日最高，日最低温度(℃)

測定位置	試験区	日平均			日最高			日最低		
		2009年	2010年	2011年	2009年	2010年	2011年	2009年	2010年	2011年
気温	冷却区	21.7	24.0	22.0	26.7	29.5	29.2	17.9	20.1	17.0
	無処理区	23.3	25.4	23.1	30.4	33.2	32.1	18.2	20.4	17.2
クラウン	冷却区	—	24.0	21.9	—	28.4	26.9	—	20.8	18.2
	無処理区	—	25.7	22.7	—	29.9	28.5	—	22.3	18.6
培地温度	冷却区	21.3	23.7	21.3	23.1	25.7	23.0	19.5	21.7	19.4
	無処理区	22.6	25.3	22.4	24.6	27.8	24.7	20.5	22.7	20.3

注)値は測定日ごとの平均値(2009年:9/1～10/5(9/11, 12, 23, 24, 25は欠測), 2010年:9/1～30, 2011年:9/11～10/10)

試験2. 細霧冷房および送風処理が第一次腋果房の開花，収量に及ぼす影響

第2表に細霧冷房および送風処理終了時の株の生育状況を示した．草丈，葉柄，葉身，葉幅，葉色（SPAD値）は，処理による有意差が認められなかった．一方，処理期間中の展葉数は，いずれの品種も，冷却区が無処理区に比べて約0.5枚少なく，展葉速度が遅かった．

第3表に細霧冷房および送風処理による頂果房および第一次腋果房の開花，収穫開始日，果房間葉数を示した．冷却区の頂果房の開花日，収穫開始日は，処理による有意差は認められないものの，無処理区に比べて，それぞれ1～7日，1～8日遅くなる傾向であった．一方，冷却区の第一次腋果房の開花日は，試験区間に有意な差は認められないが，2009年，2011年の‘さちのか’，‘まりひめ’，2009年，2010年，2011年の‘紅ほっぺ’で，無処理区に比べて1～6日早まる傾向がみられた．冷却区の第一次腋果房の収穫開始日は，‘紅ほっぺ’で，無処理区に比べて5～10日有意に早まった．また，有意な差は認められないが，2009年と2011年の‘さちのか’，‘まりひめ’においても，無処理区に比べて4～10日早まる傾向がみられた．冷却区の果房間葉数は，2009年の‘さちのか’，‘まりひめ’，2010年の‘さちのか’，‘紅ほっぺ’で，無処理区よりも0.5～1.0枚少ない傾向であった．

第4表に細霧冷房および送風処理による時期別収量を示した．‘さちのか’の冷却区は，無処理区に比べて，いずれの年も2月，2月末までおよび4月末までの収量が多い傾向であった．‘まりひめ’の冷却区は，無処理区に比べて，2009年では差がみられず，2010年では年内，2月末まで，4月末までの収量が少なく，2011年では1，2月，2月末まで収量が多く，年度により異なる傾向となった．‘紅ほっぺ’の冷却区は，無処理区に比べて，2009年では12，1月が少ないが2月に多く，

2010年では1～3月，2月末まで，4月末までが多く，2011年では12月が少ないが1～3月が多く，いずれの年も2月の収量が多い傾向であった．

第2表　細霧冷房および送風処理と処理終了時の株の生育状況

年度	試験区	さちのか						まりひめ						紅ほっぺ					
		草丈 (cm)	葉柄 (cm)	葉身 (cm)	葉幅 (cm)	葉色 (SPAD)	展葉数 (枚)	草丈 (cm)	葉柄 (cm)	葉身 (cm)	葉幅 (cm)	葉色 (SPAD)	展葉数 (枚)	草丈 (cm)	葉柄 (cm)	葉身 (cm)	葉幅 (cm)	葉色 (SPAD)	展葉数 (枚)
2009	冷却区	16.8	8.5	7.0	5.9	42.3	2.9	21.3	10.4	7.9	6.2	42.2	3.0	19.4	12.2	8.0	6.6	39.5	3.1
	無処理区	17.7	10.2	8.0	6.7	43.2	3.4	25.5	11.4	8.7	6.9	43.5	3.6	22.6	13.4	8.2	6.8	43.1	3.1
2010	冷却区	24.3	16.2	11.0	9.0	44.0	3.9	23.8	14.3	10.7	7.9	46.4	4.3	25.0	16.0	11.3	9.3	43.2	4.3
	無処理区	21.6	14.3	10.2	8.5	46.0	4.3	23.3	14.4	10.5	8.1	46.7	4.9	23.1	14.3	10.1	8.6	46.5	4.7
2011	冷却区	22.4	13.5	10.9	9.1	42.3	4.6	26.5	15.2	11.6	8.4	41.4	4.9	27.0	18.0	12.5	10.5	43.2	4.3
	無処理区	24.5	14.2	11.5	9.1	42.3	5.2	28.4	15.3	11.9	8.3	41.6	5.4	29.3	16.9	12.2	10.0	42.7	5.0
t検定	試験区	0.94	0.91	0.67	0.75	0.23	*	0.30	0.31	0.40	0.35	0.23	**	0.52	0.61	0.41	0.29	0.25	0.21

注）t検定：**（$p<0.01$），*（$p<0.05$），数値は危険率（p値）を示す．

第3表　細霧冷房および送風処理と頂果房および第一次腋果房の開花・収穫開始日，果房間葉数

年度	試験区	さちのか					まりひめ					紅ほっぺ				
		頂果房		第一次腋果房		果房間	頂果房		第一次腋果房		果房間	頂果房		第一次腋果房		果房間
		開花日	収穫開始日	開花日	収穫開始日	葉数（枚）	開花日	収穫開始日	開花日	収穫開始日	葉数（枚）	開花日	収穫開始日	開花日	収穫開始日	葉数（枚）
2009	冷却区	10/29	12/13	11/26	1/16	2.9	10/22	12/4	11/23	1/12	3.0	10/18	12/5	11/22	1/13	3.1
	無処理区	10/22	12/9	11/27	1/20	3.4	10/17	11/26	11/26	1/19	3.6	10/13	11/28	11/24	1/18	3.1
2010	冷却区	10/13	11/20	1/6	2/24	6.6	10/9	11/8	1/4	2/24	7.7	10/6	11/8	12/13	2/9	5.7
	無処理区	10/10	11/13	1/6	2/26	7.5	10/8	11/6	12/26	2/22	7.3	10/5	11/7	12/18	2/19	6.7
2011	冷却区	10/5	11/6	12/30	2/17	—	10/1	10/29	12/19	2/4	—	9/30	10/31	12/6	1/26	—
	無処理区	10/4	11/3	1/3	2/25	—	9/30	10/26	12/25	2/14	—	9/29	10/27	12/10	2/3	—
t検定	試験区	0.18	0.06	0.22	0.11		0.23	0.15	0.95	0.26		0.22	0.14	0.07	*	

注）t検定：*（$p<0.05$），数値は危険率（p値）を示す．

第4表　細霧冷房および送風処理と時期別収量

品種	年度	試験区	時期別収量（g/株）							年内収量		2月末までの収量		4月末までの収量	
			10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	(g/株)	(kg/10a)	(g/株)	(kg/10a)	(g/株)	(kg/10a)
さちのか	2009	冷却区	—	2	38	108	145	—	—	40	290	293	2123	—	—
		無処理区	—	0	55	146	78	—	—	55	399	279	2022	—	—
	2010	冷却区	—	38	93	57	69	269	132	131	949	257	1862	658	4768
		無処理区	—	48	76	45	60	262	146	124	899	229	1659	637	4616
	2011	冷却区	1	111	58	9	78	344	68	170	1232	257	1862	669	4848
		無処理区	6	104	57	0	37	313	121	167	1210	204	1478	638	4623
	t検定	試験区								0.83		0.11			
まりひめ	2009	冷却区	—	14	53	131	188	—	—	67	486	386	2797	—	—
		無処理区	—	7	60	185	144	—	—	67	486	396	2870	—	—
	2010	冷却区	—	77	109	68	80	267	188	186	1348	334	2420	789	5717
		無処理区	—	75	137	132	104	249	211	212	1536	448	3246	908	6580
	2011	冷却区	15	130	72	21	128	386	113	217	1572	366	2652	865	6268
		無処理区	22	130	67	4	102	408	142	219	1587	325	2355	875	6341
	t検定	試験区								0.38		0.61			
紅ほっぺ	2009	冷却区	—	13	22	158	172	—	—	35	254	365	2645	—	—
		無処理区	—	7	37	190	143	—	—	44	319	377	2732	—	—
	2010	冷却区	—	73	68	31	156	429	257	141	1022	328	2377	1014	7348
		無処理区	—	73	55	22	104	367	292	128	928	254	1841	913	6616
	2011	冷却区	10	102	41	49	172	290	205	153	1109	374	2710	869	6297
		無処理区	17	100	55	22	165	285	205	172	1246	359	2601	849	6152
	t検定	試験区								0.65		0.42			

注）t検定：数値は危険率（p値）を示す．

試験3. 細霧冷房および送風処理下における培養液濃度が第一次腋果房の開花，収量に及ぼす影響

第5表に処理終了時の株の生育状況を示した．草丈，葉柄，葉身，葉幅は，いずれの品種も高EC区，中EC区が，低EC区に比べて大きい傾向であった．葉色（SPAD値）は，‘紅ほっぺ’で，高EC区，中EC区が低EC区に比べて大きかった．処理期間中の展葉数は，いずれの品種も，高EC区，中EC区，低EC区の順に多い傾向であった．

第5表 細霧冷房および送風処理時の培養液濃度と処理終了時の株の生育状況

品種	試験区	草丈 (cm)	葉柄 (cm)	葉身 (cm)	葉幅 (cm)	葉色 (SPAD)	展葉数 (枚)
さちのか	高EC区	23.8 a	15.7 a	10.6 a	8.9 a	43.7 a	4.1 a
	中EC区	24.3 a	16.2 a	11.0 a	9.0 a	44.0 a	3.9 a
	低EC区	19.1 b	12.2 b	8.6 b	7.5 b	42.5 a	3.3 b
まりひめ	高EC区	26.8 a	16.5 a	11.6 a	9.0 a	45.1 a	5.0 a
	中EC区	23.8 a	14.3 a	10.7 a	7.9 ab	46.4 a	4.3 a
	低EC区	20.5 a	12.3 a	9.3 b	7.3 b	43.9 a	3.7 a
紅ほっぺ	高EC区	26.4 a	17.7 a	11.9 a	9.9 a	43.5 a	4.7 a
	中EC区	25.0 a	16.0 ab	11.3 a	9.3 ab	43.2 a	4.3 a
	低EC区	13.6 b	13.6 b	9.2 b	8.0 b	41.2 b	3.5 a

注)各品種同列の異なるアルファベット間には，Tukeyの多重検定(5%水準)で有意差あり．

第6表に細霧冷房および送風処理時の培養液を異なる濃度で施用した場合の頂果房および第一次腋果房の開花・収穫開始日，果房間葉数を示した．頂果房の開花・収穫開始日は，いずれの品種も高EC区，中EC区が低EC区に比べて早い傾向であった．一方，第一次腋果房の開花・収穫開始日は，‘まりひめ’では高EC区，中EC区が低EC区に比べて，‘さちのか’と‘紅ほっぺ’では高EC区，中EC区，低EC区の順に遅い傾向であった．果房間葉数は，‘まりひめ’では高EC区，中EC区が低EC区に比べて，‘さちのか’と‘紅ほっぺ’では高EC区，中EC区，低EC区の順に多い傾向であった．

第6表 細霧冷房および送風処理時の培養液濃度と頂果房および第一次腋果房の開花・収穫開始日，果房間葉数

品種	試験区	頂果房 開花日	頂果房 収穫開始日	第一次腋果房 開花日	第一次腋果房 収穫開始日	果房間葉数(枚)
さちのか	高EC区	10/12 a	11/17 a	1/16 b	3/3 b	7.9 b
	中EC区	10/13 ab	11/20 a	1/6 b	2/24 ab	6.6 b
	低EC区	10/16 b	11/28 b	12/15 a	2/16 a	3.9 a
まりひめ	高EC区	10/7 a	11/4 a	12/27 b	2/22 b	7.2 b
	中EC区	10/9 a	11/8 a	1/4 b	2/24 b	7.7 b
	低EC区	10/11 a	11/13 a	12/9 a	2/13 a	4.5 a
紅ほっぺ	高EC区	10/5 a	11/9 a	12/22 a	2/18 a	6.3 a
	中EC区	10/6 a	11/8 a	12/13 a	2/9 a	5.7 a
	低EC区	10/11 a	11/18 b	12/1 a	2/3 a	3.7 a

注)各品種同列の異なるアルファベット間には，Tukeyの多重検定(5%水準)で有意差あり．

第7表に細霧冷房および送風処理時の培養液を異なる濃度で施用した場合の時期別収量を示した．‘さちのか’では，年内収量は高EC区，中EC区が低EC区に比べて多いものの，2月末までの収量は中EC区，低EC区が高EC区に比べて多く，4月末までの収量は中EC区，高EC区，低EC区の順に多かった．‘まりひめ’では，年内収量は高EC区，中EC区，低EC区の順に，2月末までおよび4月末までの収量は高EC区が中EC区，低EC区に比べて多かった．‘紅ほっぺ’では，年内収量は高EC区，中EC区が低EC区に比べて，2月までの収量は中EC区，高EC区，低EC区の順に，4月末までの収量は中EC区，高EC区，低EC区の順に多かった．

第7表 細霧冷房および送風処理時の培養液濃度と時期別収量

品種	試験区	時期別収量(g/株) 11月	12月	1月	2月	3月	4月	年内収量 (g/株)	(kg/10a)	2月末までの収量 (g/株)	(kg/10a)	4月末までの収量 (g/株)	(kg/10a)
さちのか	高EC区	42	87	44	39	242	172	129	935 a	212	1536 a	626	4536 a
	中EC区	38	93	57	69	269	132	131	949 a	257	1862 a	658	4768 a
	低EC区	16	66	48	138	169	107	82	594 b	268	1942 a	544	3942 b
まりひめ	高EC区	88	144	108	106	251	240	232	1681 a	446	3232 a	937	6790 a
	中EC区	77	109	68	80	267	188	186	1348 ab	334	2420 a	789	5717 a
	低EC区	45	86	75	149	187	229	131	949 b	355	2572 a	771	5587 a
紅ほっぺ	高EC区	78	72	27	114	429	324	150	1087 a	291	2109 a	1044	7565 a
	中EC区	73	68	31	156	429	257	141	1022 a	328	2377 a	1014	7348 a
	低EC区	39	45	31	147	323	290	84	609 b	262	1899 a	875	6341 a

注)各品種同列の異なるアルファベット間には，Tukeyの多重検定(5%水準)で有意差あり．

試験 4. 細霧冷房および送風処理下における遮光が第一次腋果房の開花，収量に及ぼす影響

第 8 表に遮光の有無と細霧冷房および送風処理期間中の気温，クラウン温度，培地温度の日平均，日最高，日最低温度を示した．遮光区の日平均の気温，クラウン温度，培地温度は，対照区に比べて，それぞれ 1.1℃，1.5℃，1.4℃低かった．また，遮光区の日最高の気温，クラウン温度，培地温度は，対照区に比べて，それぞれ 3.2℃，4.4℃，3.9℃低かった．一方，日最低の気温，クラウン温度，培地温度は，遮光区と対照区の間に差が認められなかった．

第8表 細霧冷房および送風処理時の遮光と株周辺の温度

試験区	気温(℃)			クラウン温度(℃)			培地温度(℃)		
	日平均	日最高	日最低	日平均	日最高	日最低	日平均	日最高	日最低
遮光区	24.8	30.7	20.6	24.0	27.0	21.3	24.2	26.4	21.8
対照区	25.8	33.8	20.5	25.5	31.4	21.2	25.6	30.4	22.0

注）値は測定日ごとの平均値（2010年：9/4～30（9/16～24は欠測））

第 9 表に細霧冷房および送風処理終了後の株の生育状況を示した．いずれの品種も，遮光区は対照区に比べて，草丈，葉柄，葉身，葉幅が大きく，一方，葉色（SPAD 値）は小さく，徒長傾向であった．また，展葉数が 0.6～1.1 枚少なかった．

第 10 表に遮光の有無と頂果房および第一次腋果房の開花・収穫開始日，果房間葉数を示した．遮光区の頂果房の開花・収穫開始日は，いずれの品種も，対照区に比べて 4～6 日遅くなった．一方，遮光区の第一次腋果房の開花・収穫開始日は，対照区に比べて，‘まりひめ’では差が認められないが，‘さちのか’，‘紅ほっぺ’では 4～8 日早くなる傾向であった．また，果房間葉数は‘まりひめ’，‘紅ほっぺ’では差が認められないが，‘さちのか’では遮光区が対照区に比べて，約 1 枚少なかった．

第 11 表に遮光の有無と時期別収量を示した．‘さちのか’では，遮光区が対照区に比べて，11，3 月が少ないものの，12，1，4 月が多く，2 月末および 4 月末までの収量が多い傾向であった．‘まりひめ’では，遮光区が対照区に比べて，年内および 2 月末までの収量に差は認められないが，2～4 月および 4 月末までの収量がやや多い傾向であった．‘紅ほっぺ’では，遮光区が対照区に比べて，12，1，3，4 月が多いものの，11，2 月が少なく，年内および 4 月末までの収量に差は認められないが，2 月末までの収量が少ない傾向であった．

第9表 細霧冷房および送風処理時の遮光と処理終了時の株の生育状況

品種	試験区	草丈 (cm)	葉柄 (cm)	葉身 (cm)	葉幅 (cm)	葉色 (SPAD)	展葉数 (枚)
さちのか	遮光区	23.8	15.8	11.1	9.2	43.5	3.5
	対照区	21.6	11.8	11.1	8.4	46.8	4.6
まりひめ	遮光区	26.7	17.2	12.1	9.7	44.1	4.1
	対照区	23.0	11.8	11.8	8.1	48.4	5.1
紅ほっぺ	遮光区	27.6	18.7	12.1	10.5	43.0	4.3
	対照区	24.0	13.9	11.4	9.4	47.1	4.9

第10表 細霧冷房および送風処理時の遮光と頂果房および第一次腋果房の開花・収穫開始日、果房間葉数

品種	試験区	頂果房		第一次腋果房		果房間葉数 (枚)
		開花日	収穫開始日	開花日	収穫開始日	
さちのか	遮光区	10/14	11/18	12/28	2/11	6.6
	対照区	10/10	11/12	1/5	2/17	8.0
まりひめ	遮光区	10/9	11/6	12/29	2/11	7.9
	対照区	10/5	10/31	12/27	2/11	7.6
紅ほっぺ	遮光区	10/9	11/10	12/12	1/30	5.9
	対照区	10/5	11/6	12/16	2/6	6.3

第11表 細霧冷房および送風処理時の遮光と時期別収量

品種	試験区	時期別収量(g/株)						年内収量		2月末までの収量		4月末までの収量	
		11月	12月	1月	2月	3月	4月	(g/株)	(kg/10a)	(g/株)	(kg/10a)	(g/株)	(kg/10a)
さちのか	遮光区	47	124	84	148	192	74	171	1239	403	2920	669	4848
	対照区	70	92	59	143	223	54	162	1174	364	2638	641	4645
まりひめ	遮光区	112	166	72	187	298	78	278	2014	537	3891	913	6616
	対照区	116	172	86	177	272	60	288	2087	551	3993	883	6399
紅ほっぺ	遮光区	91	121	57	211	374	110	212	1536	480	3478	964	6986
	対照区	102	110	37	293	352	65	212	1536	542	3928	959	6949

考 察

イチゴの促成栽培では，夜冷短日処理（植木ら，1993）等により花芽の分化を促進させることで，市場価格の高い10～11月に収穫を開始することが可能である．しかし，頂果房の収穫時期を早めると，自然条件では第一次腋果房が連続して分化しないため，2月頃に収穫の中休みが発生する（三井ら．2003，家中・稲葉．2006，田中ら．2012）．イチゴの花芽分化は，日長と温度の相乗作用を受け，15～25℃の範囲では6～13時間の短日条件下で花芽を形成するが，25℃を超える温度では日長に関係なく花芽を形成しないとされている（木村，1988）．定植時期にあたる9月の日長条件は11時間53分～12時間54分（和歌山市，緯度34.2°，経度135.2°，2010）であり，13時間より短いため花芽分化に必要な短日条件を満たしており，高温条件が花芽分化抑制の要因となっている．そのため，定植後の温度を低下させることによる第一次腋果房の花芽分化の促進は可能である．

本研究では，株周辺の冷却技術として，ハウス内への細霧冷房とイチゴ高設ベッドへの送風を併用した．細霧冷房は，主要粒径が約50μm以下の細霧を噴霧し，温室内空間でこれを蒸発させ，気化冷却を図る方法である（林，2006）．これまでに，トマト（三原・石田，2004），バラ（梶原ら，2011），夏秋ギク（長菅ら，2011）等の作物で気温を下げる効果が認められている．また，イチゴの高設ベンチへの送風は，ベッド表面からの水分蒸発を促進させることで，気化冷却により培地の温度を低下させる方法であるが，これまでに，山崎ら（2007）が防水透湿シートと送風ダクトを設置した高設ベンチでの送風で，また廣野ら（2011）が二槽ハンモック気化冷却ベンチへの送風で培地温度を下げる効果が認められている．本研究においても，2009～2011年の3ヵ年とも，気温，クラウン温度，培地温度が低下しており，細霧冷房および送風処理による冷却効果が認められた．

この処理を，8月末～9月初旬に定植する早期作型において，定植～第一次腋果房の花芽分化が開始する10月上旬までの約35日間実施した．その結果，‘さちのか’，‘まりひめ’，‘紅ほっぺ’のいずれの品種においても，葉の展開速度が低下し頂果房の開花・収穫時期がやや遅れるものの，果房間葉数が減少することで，第一次腋果房の開花・収穫時期が前進した．これは，曽根ら（2007）の20℃でのクラウン部局所冷却処理により連続出蕾性が向上するという報告と一致した．一方で，2009年と2011年は前述の効果が得られたものの，2010年の‘さちのか’，‘まりひめ’では第一次腋果房の開花・収穫時期の促進効果が得られなかった．この原因として，2010年は9月の平均気温が平年よりも1.5℃高く（アメダス和歌山観測地），処理をおこなっても花芽分化を抑制する温度を下回らなかったことが原因と推察される．今後は，高温年でも安定して効果が得られるよう，冷却効果をさらに高める処理方法の検討が必要である．

イチゴの花芽分化は低窒素レベルによっても促進される（木村，1988）．町田・宇田川（2004）は土耕栽培において高い窒素濃度により第一次腋果房の分化が抑制されること，また，岩崎ら（2004）

は高設栽培において培養液濃度が高いほど第一次腋果房の開花期が遅れることを報告している．本研究でも，細霧冷房と送風処理による処理効果を高めるために，処理期間中の培養液濃度について検討した．その結果，処理期間中の培養液濃度が高い場合，‘さちのか’，‘紅ほっぺ’では，果房間葉数が増え，第一次腋果房の開花・収穫時期が遅くなり，同様の傾向が得られた．一方，処理期間中の培養液濃度が低い場合，いずれの品種においても，第一次腋果房の開花・収穫時期が早まり，収穫の中休みは軽減されるものの，生育や展葉速度が劣り，頂果房の開花・収穫時期が遅れ，初期収量・総収量の減少が認められた．このように，細霧冷房および送風処理時の培養液濃度は，効果を安定させるためには低い方が望ましいが，低すぎると減収を招くため，定植時期が早い場合や高温の年等，第一次腋果房の花芽分化が難しい条件の時のみ低くし，基本的には慣行濃度での管理がよいと考えられる．

また，細霧冷房と送風処理による処理効果を高めるための手段として，処理期間中の遮光についても検討した．遮光は，露地，施設を問わず多くの作物で取り入れられている夏季の昇温抑制技術である．イチゴでは，北島・佐藤（2008）が，9月10日頃に定植する‘あまおう’の早期作型において，25～40日間の遮光処理により第一次腋果房の花芽分化が促進することを報告している．本試験でも，細霧冷房および送風処理期間中の遮光によって気温，クラウン，培地の日平均，日最高気温が低下し，頂果房の開花・収穫時期は遅くなるものの，果房間葉数が減少し，‘さちのか’，‘紅ほっぺ’では第一次腋果房の開花・収穫時期が早まる傾向がみられた．しかし，‘まりひめ’では，第一次腋果房の開花・収穫時期は無遮光と同時期であり，品種によって異なる傾向となった．この原因として，‘まりひめ’では，遮光処理期間中の展葉数が1枚少なく，頂果房の開花日が4日，収穫開始日が7日遅れたため，この遅れを取り戻せなかったことが原因と推測される．このように，細霧冷房および送風処理期間中に遮光を行うことで，温度が低下し，第一次腋果房の開花・収穫時期をさらに早めることが可能であった．一方で，過度の遮光は，光線不足による光合成速度の低下が生育遅延や減収を引き起こすため，遮光率の低い資材を利用する，長期間の展張を避ける等，注意が必要である．

定植～10月上旬までの約35日間，細霧冷房および送風処理を行った場合，細霧は導入経費が100万円，運転経費が1万円/年，送風は導入経費が0円（既存の暖房機使用が前提），運転経費が3万円/年である．本試験では，細霧冷房と送風処理により，気温，クラウン温度，培地温度が低下し，第一次腋果房の開花時期を早めることが可能であった．しかし，年次間や品種間の処理効果のバラつきの発生や，頂果房の開花・収穫時期の遅延により，安定した増収効果は認められておらず，投資費用を回収できるほどの収益増加には繋がっていない．今後，産地への導入を図る上で，冷却効果の安定とさらなる向上，第一次腋果房の開花促進とともに頂果房の開花時期の遅延を起こさない処理方法・栽培管理技術，導入経費低減のための代替システムの検討が必要である．

摘　要

イチゴの早期作型において，頂果房と第一次腋果房の収穫の中休み解消を目的に，高設栽培での細霧冷房とベッド下からの送風処理が第一次腋果房の開花，収量に及ぼす影響ついて検討した．品種は‘さちのか’，‘まりひめ’，‘紅ほっぺ’の3品種を用い，2009年，2010年，2011年に行った．

1．細霧冷房および送風処理により，気温，クラウン温度，培地温度が，それぞれ，日平均では1.1～1.5℃，0.8～1.8℃，1.2～1.6℃，日最高では，2.9～3.8℃，1.5～1.6℃，1.5～2.1℃，日最

低では，0.2～0.3℃，0.4～1.5℃，約1.0℃低くなった．

2. 定植～10月上旬の約35日間の細霧冷房および送風処理により，頂果房の開花，収穫時期は遅れる傾向があるものの，果房間葉数が少なくなり，第一次腋果房の開花時期が1～8日，収穫時期が4～10日早まった．しかし，2010年の‘さちのか’，‘まりひめ’では処理効果が認められず，年度間に差が認められた．
3. 細霧冷房および送風処理により，2，3月の収量が増加し，‘さちのか’と2010年の‘紅ほっぺ’では2月末および4月末までの収量が多くなる傾向が認められた．
4. 細霧冷房および送風処理期間中の培養液濃度が高くなるほど，第一次腋果房の開花・収穫時期が遅くなった．慣行よりも低い培養液濃度では，第一次腋果房の開花，収穫時期は早まるものの，生育や頂果房の開花，収穫時期が遅れ，初期収量および総収量の減少が認められた．
5. 細霧冷房および送風処理期間中の遮光により，気温，クラウン，培地の日平均および日最高温度が低下した．そのため，頂果房の開花・収穫時期は遅くなるものの，‘さちのか’，‘紅ほっぺ’では，果房間葉数が少なくなり，第一次腋果房の開花・収穫時期が早まる傾向が認められた．

引用文献

伏原肇．2004．イチゴの高設栽培．P．10-20．農山漁村分化協会．東京

伏原肇．2005．イチゴの作業便利帳．P．29-30，70-89．農山漁村分化協会．東京

林真紀夫．2003．細霧冷房の現状と課題．施設と園芸．123：8-13

林真紀夫．2006．細霧冷房およびパッド&ファンによる夏季高温期の降温技術．施設と園芸．133：10-16

廣野直芳・長澤さゆり・大木淳．2011．二層ハンモック気化冷却ベンチに付加する送風システムの改良による夏秋どりイチゴの収量向上技術．東北農業研究．64：125－126

家中達広・稲葉幸雄．2006．ウォーターカーテンを利用した本圃短日夜冷処理によるイチゴの新作型開発．栃木県農業試験場研究報告．58：31-45

岩崎泰永・漆山喜信・鹿野弘．2004．イチゴ高設養液栽培における定植後の培養液条件および温度条件が開花期と果実収量に及ぼす影響．園学雑．73（別2）：410

梶原真二・石倉聡・原田秀人・福島啓吾．2011．高温期の細霧冷房がバラ切り花の生産性および形質に及ぼす影響．園芸学研究．10（別1）：223

木村雅行．1988．花芽分化と発育．野菜園芸大百科3イチゴ．P．33-53．農山漁村分化協会．東京

北島伸之・佐藤公洋．2008．イチゴ‘あまおう’の早期作型における定植後の遮光処理による第1次腋果房の花芽分化促進．福岡県農業総合試験場研究報告．27：53-57

町田剛史・宇田川雄二．2004．基肥および追肥窒素量がイチゴの腋果房の分化，発達に及ぼす影響．園学雑．73（別2）：411

三原順一・石田豊明．2004．トマト栽培における高温期の遮光・細霧冷房の効果．九州農業研究．66：186

三井寿一・藤田幸一・末吉孝行・伏原肇．2003．イチゴ新品種‘福岡S6号’，‘福岡S7号’の育成．福岡県農業総合試験場研究報告．22：61-68

長菅香織・矢野考喜・稲本勝彦・山崎博子．2011．夏秋ギク品種における花芽分化以降の細霧冷房が開花および花序形態に及ぼす影響．園芸学研究．10（別2）：546

曽根一純・門間勇太・壇和弘・沖村誠・北谷恵美．2008．イチゴ促成栽培におけるクラウン部局所冷却処理が連続出蕾性に及ぼす効果．園芸学研究．6（別2）：162．

田中寿弥・東卓弥・神谷桂．2012．イチゴ新品種‘まりひめ’の育苗方法が生育，収量に及ぼす影響．和歌山県農林水産総合技術センター研究報告．13：1-14

植木正明・須崎隆幸・高野邦治．1993．イチゴ女峰の夜冷短日処理における処理開始時期の影響．栃木農研報．40：75-82

山崎敬亮・熊倉裕史・濱本浩．2007．促成イチゴの高設栽培における連続出蕾性に与える定植後の培地昇温抑制と施肥時期の効果．近畿中国四国農業研究センター研究報告．7：35-47