

研究論文

## ピタヤの開花調節技術の開発

第5報. 冬春期の暗期中断と気温がピタヤの開花に及ぼす影響

松田 昇・山城 清香・松村 まさと<sup>1)</sup>・伊地 良太郎<sup>2)</sup>

(沖縄県農業研究センター, <sup>1)</sup> 沖縄県農業研究センター名護支所, <sup>2)</sup> 沖縄県立農業大学校)

Noboru MATSUDA, Sayaka YAMASHIRO, Masato MATSUMURA, Ryotarou ICHI:

Regulation of flowering on Pitaya (*Hylocereus* spp).

4. Effect of Temperatures and Night Break on the Flowering of Pitaya During Winter and Spring.

### 要約

ピタヤの冬春期の開花を促進するため、暗期中断と気温が開花に及ぼす影響を検討した。

最低気温が16℃以下で推移する2月に加温暗期中断と保温暗期中断および無処理で検討したところ、最低気温20℃から23℃で暗期中断を行う加温暗期中断は処理開始から発蕾までの期間が短縮され、発蕾、開花および収穫が早くなった。果実特性は処理間に差が認められなかった。また、最低気温が20℃前後で推移する3月に保温暗期中断区、暗期中断区および無処理区で検討したところ、保温暗期中断区と暗期中断区で処理開始から発蕾まで期間が短縮され、発蕾および開花が早くなった。以上の結果から、加温暗期中断は冬期の開花促進、保温暗期中断と暗期中断は春期の開花促進に有用な方法であることが明らかになった。

キーワード：開花習性、保温、加温、ピタヤ

### 緒言

沖縄県のピタヤは露地で栽培されている。果実の出荷量は夏秋期に多く、冬春期に少ないため、販売単価が夏秋期に低下し冬春期に高騰す

る(沖縄県中央卸売市場年報, 2011)。また、周年を通し観光客等の需要がある中で、冬春期に果実の供給が充分でないことから、周年供給を図り、生産を振興するには冬春期に出荷が可能な開花調節技術の確立が必要である(松田ら, 2011)。ピタヤの生育は温度の影響を受け、CO<sub>2</sub>ガス交換速度が明/暗期温度30/20℃で最も高い(太田ら, 2007; Nobelら, 1995, 2002, 2004)ことから、10℃以下に低下する沖縄県の冬期の気温はピタヤの生育に好適でないため、環境制御ができる施設内での栽培が望ましい(太田ら, 2007)とされている。ピタヤは長日性植物(McMahon, 2003; Ludersら, 2006; Change, 1997; Su, 2005; 緒方ら, 2007; Jianら, 2012; 松田ら, 2013a)で、暗期中断によって開花が促進され、その反応は気温に影響される(緒方ら, 2007; Jiangら, 2012; 松田ら, 2013b; 2014)。これまで、施設内の無加温条件下において暗期中断による開花調節技術を検討し、光強度、処理時間および処理期間を明らかにした(松田ら, 2013b)。また、周年出荷を目的に施設内の無加温条件下において暗期中断開始時期を検討し、9月、10月および3月の暗期中断であれば十分に発蕾・開花するが、11月から2月は気温が

低いため発蓄しないことを明らかにした(松田ら, 2014)。しかし, 明/暗期の温度が20~25℃/20℃の暗期中断で開花性に良い影響を及ぼす(緒方ら, 2007)ことが報告されていることから, 沖縄県の冬期においても最低気温を高め, 暗期中断によって発蓄および開花の促進が期待できる。一方, 自然条件下においては, 9月および10月に暗期中断で開花が促進されることを明らかにし, 平均気温が20℃前後で推移する3月にも発蓄・開花の可能生がある事を示した(松田ら, 2013a)が, 自然条件下の3月に暗期中断による開花への影響についての報告は少ない。

そこで, 本報では無加温条件下で発蓄しない2月に加温と暗期中断の有無, 自然条件下の平均気温が20℃前後で推移する3月に暗期中断と保温の有無が開花に及ぼす影響について検討したので報告する。

#### 材料及び方法

試験は農業研究センター名護支所内のハウスにて実施した。

#### 1. 暗期中断と加温の有無が開花に及ぼす影響

試験は10m×6mのビニルを被覆したパイプハウスとサンサンネット(1mm)被覆のみのパイプハウスおよび20m×6mのビニルを被覆したパイプハウス(加温ビニルハウス)にて実施した。供試樹は, 当支所で選抜した赤肉系ピタヤ(*Hylocerusa polyrhizus*) (栗国ら, 2002)の60L鉢に植えた樹齢5年樹を使用した。樹高は150cmで, 枝は樹上部から発生した新枝を伸長させ, 枝長100mで切り返しを行い育成し, 処理開始までネット被覆のみの平張ハウス内で管理した。試験区は加温+暗期中断を加温暗期中断区, ビニル被覆+暗期中断を保温暗期中断区, ビニル被覆なし+暗期中断なしを無処理区(自然日長)とし, 試験規模は1区1樹の3反復とした。電照はハウス内に75Wの白熱電球24個を樹頂部から約50cmの高さに設置し, 樹頂部で水平照度60lx(1.2 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )になるよう調光器(National WN575159)で調整し, 21:00~03:00までの6時間暗期中断を行った。照度はANA-F11(東京光電機株式会社)で測定し, 水平面照度に換算係数50(Thimijan

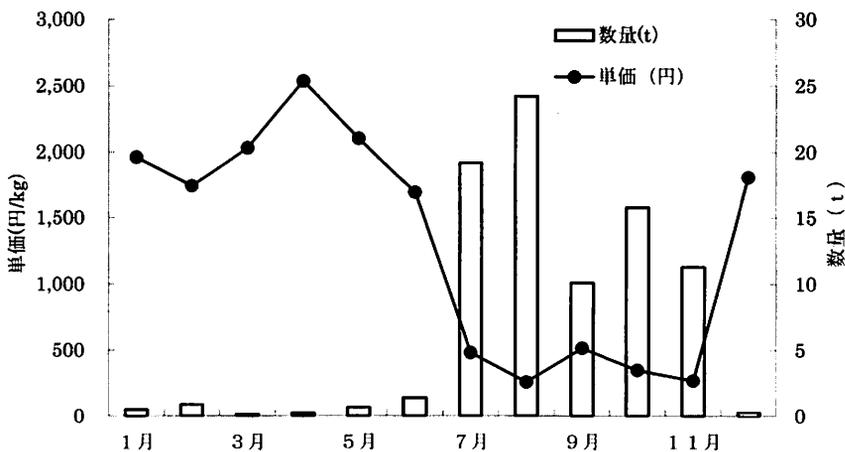


図1. 県中央卸売市場における取扱数量と価格の推移(2011年)。

ら, 1983; 稲田, 1984; 星, 1996) を除いて光合成有効光子束密度 ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) を求めた。暗期中断は2008年2月13日に開始し、発蕾後は暗期中断の影響がない(松田ら, 2013b)ことから、加温暗期中断区と保温暗期中断区のそれぞれの発蕾を確認し消灯した。また、処理区間の暗期中断の影響を避けるため、夕方にハウス間を黒のシートで遮断し、早朝にシートを開けた。加温はNEPONの加温機(KA-202E)を使用し、2月13日から3月30日まで加温した。設定温度は加温機の設定温度と実際の温度を事前に調査した結果、 $\pm 2^\circ\text{C}$ 前後で変動することから、ピタヤの開花に最適な明暗期温度 $20\sim 25^\circ\text{C}/20^\circ\text{C}$ (緒方ら, 2007)に近づけるため、最低温度を $23^\circ\text{C}$ に設定した。加温暗期中断区と保温暗期中断区の温度は、ハウス内の日中の温度が $30^\circ\text{C}$ を目安に適宜、側窓を開閉し調節した。気温はハウス内に設置したおんどとり Jr. (CTD-TR-515 T&D 製)で最低気温および最高気温を計測した。調査は、前年度に着果した枝の開花枝率が低下する(松田ら, 2013a)ことから、処理開始時に2007年8月から10月に発生した未着果枝を対象に1樹当たり10本を無作為に抽出し、発蕾枝率、発蕾日、開花日、収穫日および果実特性を調査した。発蕾枝率は自然日長に対して前進化が目的であるため無処理区の発蕾日前日までに発蕾した枝を対象とした。発蕾日は、調査枝の蕾長が5mm程度に伸長した枝が50%以上に達した日、開花日は、調査枝の80%以上が開花した日、収穫日は、調査枝の50%以上が収穫された日とした。1枝当たりの着果数は1個とした。果汁の糖度は日園連酸糖度分析装置(NH-1000)で測定した。また、本試験に供試した赤肉系が他家受粉による結果特性を有しているため、開花期が類似している他の赤肉系統をそれぞれの処理区と同様

の処理を行い開花した花から花粉を採取し受粉に供した。

## 2. 暗期中断と保温の有無が開花に及ぼす影響

試験は $10\text{m}\times 6\text{m}$ のビニル被覆なしのパイプハウス2棟とビニルを被覆したパイプハウスにて実施した。供試樹は、当支所で選抜した赤肉系ピタヤ(*Hylocerusa polyrhizus*) (栗国ら, 2002)の60L鉢に植えた樹齢5年樹を使用した。枝の育成および管理は試験1に準じた。試験区はビニル被覆+暗期中断を保温暗期中断区、ビニル被覆なし+暗期中断を暗期中断区、ビニル被覆なし+暗期中断なしを無処理区(自然日長)とし、試験規模は1区1樹の3反復とした。電照は試験1と同様に行い、暗期中断は2008年3月10日に開始し、発蕾後は暗期中断の影響がない(松田ら, 2013b)ことから、保温暗期中断区と暗期中断区のそれぞれの発蕾を確認し消灯した。また、処理区間の暗期中断の影響を避けるため、夕方にハウス間を黒のシートで遮断し、早朝にシートを開けた。保温暗期中断区の温度は、ハウス内の温度が $30^\circ\text{C}$ を目安に適宜、側窓を開閉し調節した。気温の測定は保温暗期中断区、暗期中断区と無処理区についてはビニルの被覆がないことを考慮し無処理区に設置したおんどとり Jr. (CTD-TR-515 T&D 製)で最低気温および最高気温を計測した。調査方法は試験1に準じ実施した。

## 結果

### 1. 暗期中断と加温の有無が開花に及ぼす影響

各処理区の気温の推移を図2に示した。最低気温は保温暗期中断区と無処理区で処理開始から3月上旬まで $8^\circ\text{C}\sim 16^\circ\text{C}$ の範囲で推移し、その後上昇し5月の中旬まで $9^\circ\text{C}\sim 23^\circ\text{C}$ の、5月中旬以降は $23^\circ\text{C}$ 以上で推移した。加温暗期

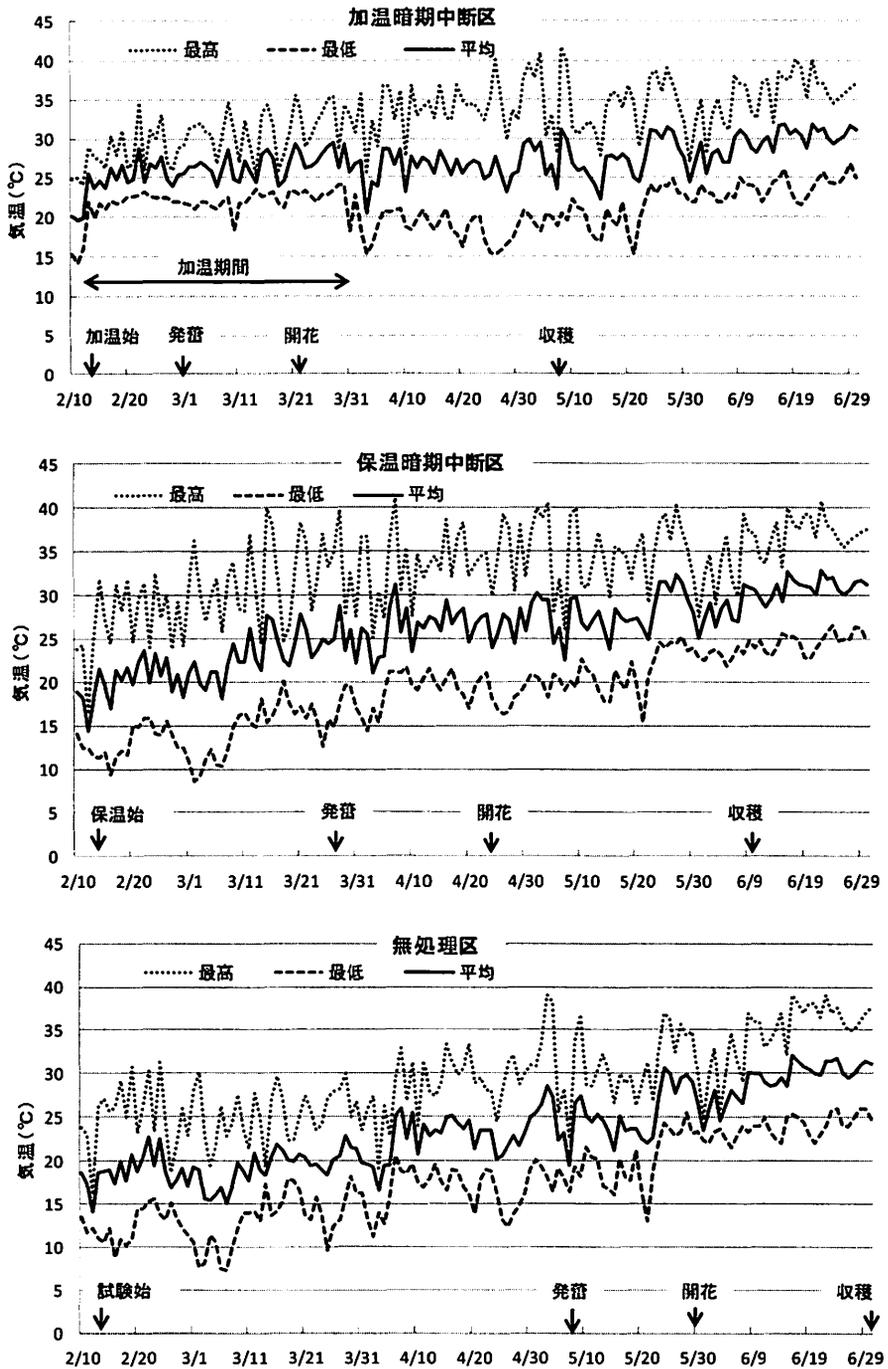


図2. 生育期間中の各処理区の気温の推移.

矢印は処理開始日および発蕾日, 開花日, 収穫日

中断区は処理開始から加温終了まで 20℃から 23℃で推移した。最高気温は無処理区で 20℃以下が数日見られるものの、いずれの処理区も 22℃以上で推移した。暗期中断と加温の有無が開花に及ぼす影響を表 1、果実に及ぼす影響を表 2 に示した。発蕾枝率は加温暗期中断区と保温暗期中断区間に有意な差が認められ、加温暗期中断区で高くなった。発蕾日は加温暗期中断区で 3 月 1 日、保温暗期中断区で 3 月 27 日、無処理区で 5 月 7 日と無処理区に比較し、それぞれ 67 日、41 日早く発蕾した。開花日においても加温暗期中断区と保温暗期中断区で早くなった。収穫日は加温暗期中断区で 5 月 7 日、保温

暗期中断区で 6 月 9 日、無処理区で 7 月 1 日と無処理区に比較し、それぞれ 57 日、22 日早くなった。処理開始から発蕾までの所要日数は、加温暗期中断区で 17 日、保温暗期中断区で 43 日、無処理区で 84 日と加温暗期中断区で有意に短くなった。発蕾から開花までの所要日数は無処理区で 23 日、加温暗期中断区で 22 日、保温暗期中断区で 28 日と無処理区と加温暗期中断区で有意に短くなった。開花から収穫までの所用日数は処理区間に差がみられ、無処理区で有意に短くなった。果実重、縦径、横径は加温暗期中断区でやや小さいものの処理間に差は認められなかった。糖度についても処理間に差が

表 1. 暗期中断と加温の有無が開花に及ぼす影響。

処理区 <sup>2</sup>	発蕾枝率 <sup>3</sup> (%)	発蕾日 <sup>4</sup> (月/日) (日数)	開花日 <sup>5</sup> (月/日) (日数)		収穫日 <sup>6</sup> (月/日) (日数)		所要日数		
							処理開始-発蕾 (日数)	発蕾-開花 (日数)	開花-収穫 (日数)
加温暗期中断	87.4 <sup>4</sup>	3/1 67 <sup>1</sup>	3/23 66 <sup>1</sup>	5/7 57 <sup>1</sup>	17c <sup>a</sup>	22b <sup>a</sup>	45a <sup>a</sup>		
保温暗期中断	70.5	3/27 41	4/24 34	6/9 22	43b	28a	46a		
無処理	-	5/7	5/30	7/1	84a	23b	32c		
有意性	**	-	-	-	-	**	*	*	

<sup>2</sup> 21:00~03:00の6時間暗期中断し、暗期中断期間は各処理区の発蕾確認までとした

<sup>3</sup> 無処理区の発蕾日前までに発蕾した枝とし、発蕾枝数/調査枝数で算出した

<sup>4</sup> 発蕾日: 蕾長が5mm程度に伸長した枝が50%以上に達した日

<sup>5</sup> 開花日: 80%以上開花した日

<sup>6</sup> 収穫日: 50%以上収穫した日

<sup>a</sup> t検定により\*\*で1%水準で有意差あり

<sup>1</sup> 無処理との日数の差

<sup>a</sup> 同一列の異なる文字間にTukeyの多重検定により\*\*で1%、\*で5%の水準で有意差あり

表 2. 暗期中断と加温の有無が果実に及ぼす影響。

処理区	果実重 (g)	縦径 (mm)	横径 (mm)	糖 (%)
加温暗期中断	297.2	90.4	70.3	11.6
保温暗期中断	313.6	94.2	72.4	11.8
無処理	305.8	92.7	70.7	11.5
有意性	n.s	n.s	n.s	n.s

\* n.sはTukeyの多重検定により有意差なし

なく一定の傾向は認められなかった。

2. 暗期中断と保温の有無が開花に及ぼす影響

各処理区の気温の推移を図3に示した。最低気温および最高気温とも保温暗期中断区で暗期中断区と無処理区よりも高く推移した。最低気温は保温暗期中断区で処理開始から4月上旬まで12℃~20℃、4月中旬以降は16℃~22℃で推移し、その後徐々に上昇し5月下旬から22℃以上で推移した。暗期中断区と無処理区では暗期中断区より1℃~3℃程度低いものと同じ

傾向で推移した。最高気温は保温暗期中断区で処理開始から終了まで23℃以上で推移した。

暗期中断区と無処理区は処理開始から4月上旬まで19℃~29℃の範囲で推移し、その後は22℃以上で推移した。暗期中断と保温の有無が開花に及ぼす影響を表3に示した。発蕾枝率は保温暗期中断区と暗期中断区において、有意な差が認められなかった。また、発蕾日と開花日は保温暗期中断区において暗期中断区と無処理区に比較し早くなった。発蕾日は保温暗期中断区で4月7日、暗期中断区で4月18日、無処理

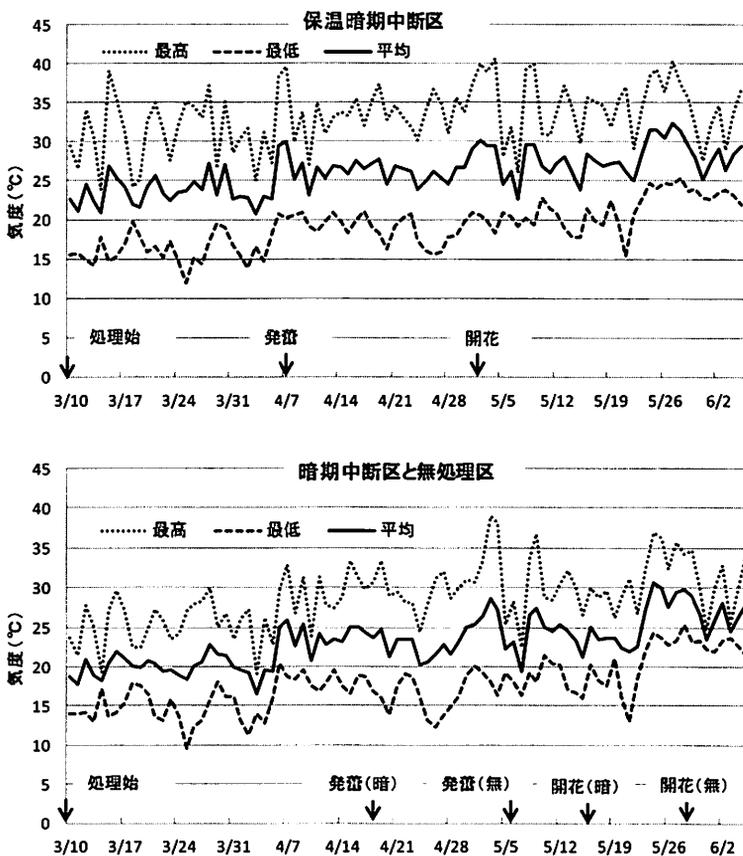


図3. 各処理区の気温の推移.

矢印は処理開始日および発蕾日、開花日  
(暗) : 暗期中断区、(無) : 無処理区

表3. 暗期中断と保温の有無が開花に及ぼす影響.

処理区 <sup>z</sup>	発蕾枝率 <sup>y</sup> (%)	発蕾日 <sup>x</sup>		開花日 <sup>w</sup>		所要日数	
		(月日)	(日数)	(月日)	(日数)	処理開始-発蕾 (日数)	発蕾-開花 (日数)
保温暗期中断	85.2 <sup>y</sup>	4/7	33 <sup>u</sup>	5/2	29 <sup>u</sup>	28c <sup>t</sup>	25a <sup>t</sup>
暗期中断	88.7	4/18	22	5/15	16	39b	27a
無処理	-	5/7		5/28		58a	21b
有意性	n.s	-	-	-	-	**	*

<sup>z</sup> 21:00~03:00の6時間暗期中断し、暗期中断期間は各処理区の発蕾確認までとした

<sup>y</sup> 無処理区の発蕾日前までに発蕾した枝とし、発蕾枝数/調査枝数で算出した

<sup>x</sup> 発蕾日: 蕾長が5mm程度に伸長した枝が50%以上に達した日

<sup>w</sup> 開花日: 80%以上開花した日

<sup>t</sup> t検定によりn.sで有意なし

<sup>u</sup> 同一列の異なる文字間にTukeyの多重検定により\*\*で1%, \*で5%の水準で有意差あり

区で5月7日と無処理区に比較し、それぞれ33日、22日早く発蕾した。開花日においても保温暗期中断区で暗期中断区と無処理区に比較し早くなった。処理開始から発蕾までの所要日数は、保温暗期中断区で28日、暗期中断区で39日と保温暗期中断区で有意に短くなった。発蕾から開花までの所要日数は無処理区で21日、保温暗期中断区で25日、暗期中断区で27日と無処理区で有意に短くなった。

### 考察

本研究は沖縄県のピタヤにおいて、無加温条件下で発蕾しない2月に加温と暗期中断の有無、自然条件下の平均気温が20℃前後で推移する3月に暗期中断と保温の有無が開花に及ぼす影響について検討したものである。

沖縄県のピタヤは、12月から6月に生産量が著しく減少し単価が高くなる（沖縄県中央卸売市場年報、2011）ため、この間の生産性を高めることが生産者の収益性につながる。

気温と開花について、緒方ら（2007）は、白肉系ピタヤを用い、長日条件下において明期の温度を20℃~25℃、暗期の温度を15℃~20℃

の条件下で開花に及ぼす影響を調査し、明/暗期の温度が20~25℃/20℃で出蕾・開花が早く、出蕾・開花数も多かったと報告している。Jianら（2012）は、台湾南部において、ピタヤの端境期（1月~3月）に暗期中断を試み、多くの開花が見られるのは、昼の平均気温が27℃、夜間の平均気温が22℃あることから、CO<sub>2</sub>を吸収する条件として好適であったためと報告している。また、松田ら（2014）は沖縄県の無加温栽培において、平均気温20℃以上で推移する9月から10月の暗期中断で発蕾および開花までの所要日数が短く、11月から2月の20℃以下で推移する期間で著しく長くなることから、開花性に気温が影響していることを示し、加温による開花促進を検討する必要があると報告している。

本試験において、無加温栽培の最低気温が16℃以下で推移する2月に、加温暗期中断区と保温暗期中断区および無処理区の開花への影響を検討したところ、加温暗期中断区で発蕾枝率が高く、発蕾日、開花日および収穫日が著しく早くなった。処理開始から発蕾までの所要日数は、加温暗期中断区で17日、保温暗期中断区

で43日、無処理区で84日と加温暗期中断区で有意に短くなった。加温暗期中断区と保温暗期中断区は暗期中断時間が同じであること、加温暗期中断区で最低気温が高く推移していることから、発蕾の早晚は気温の差によるものであると考えられ、緒方ら (2007)、松田ら (2014) の報告と一致した。処理開始から発蕾までの気温をみると、加温暗期中断区は昼の最高気温が25℃~34℃前後、最低気温が20℃~23℃前後で推移し、ピタヤのCO<sub>2</sub>吸収量が最も高い明暗期温度条件 (太田ら, 2007; Nobelら, 1995, 2002, 2004) と類似している。このことから、加温暗期中断区においてCO<sub>2</sub>吸収量の上昇にともない (Jianら, 2012)、光合成産物が増加し (太田ら, 2007)、暗期中断によって発蕾が促進 (緒方ら, 2007; Jiangら, 2012; 松田ら, 2013b) されたものと考えられる。また、松田ら (2013, 2014) は、昼の最高気温が30℃~32℃、夜の最低気温が19℃~24℃で推移する10月の暗期中断において、処理開始後短期間で発蕾を認め、この気温が発蕾、開花に適していると報告しており、本試験の結果と矛盾しない。さらに11月の暗期中断で処理11日後に刺座の隆起と1~2mm程度の赤い蕾の源基を認めているが、その後の気温の低下によって発達せず座死していること、そして、この間の最低気温が14℃から23℃で推移していることから、加温による昇温で発蕾と発達を促進することが可能と考えられる。12月においても最低気温が12℃~20℃で推移しており、11月と同様、加温による発蕾、開花が可能と考えられ、加温の程度について検討する必要がある。発蕾から開花までの所要日数は、加温暗期中断区と無処理区で有意に短くなった。発蕾から開花までの最低気温は、加温暗期中断区で18.4℃~23.6℃、無処理区で16.0℃~25.4℃、保温暗期中断区で

14.8℃~21.5℃であり、この間の平均値は加温暗期中断区で21.1℃、無処理区で19.6℃、保温暗期中断区で18.0℃と加温暗期中断区と無処理区で保温暗期中断区より高くなっていることから、既報と一致し気温の差が影響しているものと考えられる。

開花から収穫までの所要日数について、松田ら (2014) は気温が高いと短く、低いと長くなるとし、Nomuraら (2005) は、果実の収穫適期は積算温度が関係していると報告している。開花から収穫までの日数は、無処理区で加温暗期中断区と保温暗期中断区に較べ、有意に短くなった。各処理区の開花から収穫までの最低気温の平均をみると、無処理区で23.8℃、保温暗期中断区で21.0℃、加温暗期中断区で19.5℃と無処理区で高くなっていることから既報と一致し、開花後の気温の差が影響しているものと考えられる。また、本試験では加温暗期中断区の加温を開花後に終了していることから、開花から収穫までの加温の影響は明らかでない。しかし、無処理区の開花から収穫までの気温が22.0℃から25.7℃、平均気温で23.8℃と他の処理区より高く推移し、所要日数が短くなっていることから、開花後も温度を高めることによって所要日数が短くなると思われる。果実特性は処理区間に差が認められなかった。

自然条件下において暗期中断が開花に及ぼす影響についての報告は少ない。自然条件下の暗期中断について、松田ら (2013a) は実際栽培の調査を行い、平均気温が20℃以上で推移する9月~10月に暗期中断で発蕾・開花が促進されることを示し、平均気温が20℃前後で推移する3月においてもその可能性があることを報告している。

本試験において、3月に自然条件とビニル被覆で暗期中断の有無が開花に及ぼす影響を検討

したところ、保温暗期中断区と暗期中断区で発蕾枝率が高く、発蕾日および開花日が早くなっていることから、保温および自然条件下の暗期中断で発蕾、開花を促進することが明らかとなった。処理開始から発蕾までの所要日数は、保温暗期中断区で28日、暗期中断区で39日、無処理区で58日と保温暗期中断区で有意に短くなった。また、発蕾から開花までの所要日数は、無処理区で有意に短くなった。処理開始から発蕾までの最低気温をみると、保温暗期中断区で12℃~20.7℃、暗期中断区と無処理区で9.6℃~20.5℃の間で推移し、この間の平均値をまとめると保温暗期中断区で16.3℃、暗期中断区と無処理区で15.0℃と両区に約1℃の差があり、処理開始から発蕾までの気温差が保温暗期中断区と暗期中断区の所要日数の違いに影響したものと考えられ、試験1と同様の結果になった。また、この間の最高気温と最低気温から平均気温を算出してみると、保温暗期中断区で23.9℃、暗期中断区で21.1℃といずれの区も平均気温が20℃以上で発蕾が認められており、緒方ら(2007)、松田ら(2013a)の報告を裏付ける結果となった。無処理区については、日長が春分の日(2008年3月20日)以降に12時間以上で推移していること、最低気温が4月以降に徐々に上昇していることから、長日と高温によって発蕾が促進され(McMahon, 2003; Ludersら, 2006; Change, 1997; Su, 2005; 緒方ら, 2007; Jianら, 2012; 松田ら, 2013b)、保温暗期中断区と暗期中断区に遅れて発蕾したものと考えられる。発蕾から開花までの所要日数は無処理区で有意に短くなった。発蕾から開花までの最低気温は、無処理区で12.9℃~25.4℃、保温期中断区で15.6℃~21.1℃、暗期中断区で12.3℃~20.4℃であり、この間の平均値は無処理区で19.6℃、保温暗期中断区で18.9℃、暗期中断区

で17.2℃と無処理区で高くなっており、この気温の差が影響したものと考えられる。

以上の結果、沖縄県の冬期はビニル被覆下でも最低気温が16℃以下で推移し、10℃以下の日もあることから、発蕾および開花を促進するには加温栽培が必要と考えられる。

しかし、露地栽培が主体の沖縄県のピタヤの栽培において、冬期の開花調節は施設での加温と暗期中断を組み合わせたものであり生産費がかかることから、導入にあたっては経営収支を考慮する必要がある。また、自然条件下の平均気温が20℃前後で推移する3月において、暗期中断で自然開花より2週間程度早く開花することから、収穫期も前進化するものと考えられる。さらに、保温暗期中断区で自然開花より1ヶ月程度早く開花しており、暗期中断と保温暗期中断の組み合わせにより春期の計画的な出荷が可能と考えられる。

## 謝辞

試験の実施にあたっては、農業研究センター名護支所熱帯果樹担当職員に多大なご協力いただいた。深く感謝の意を表します。

**Key Word** : heat insulation, heating, flowering, pitaya

## Abstract

In order to promote flowering during the off-season, the effects of night break and temperature treatment on Red pitaya (*Hylocerius spp*) were investigated. Investigation was made in February when temperatures remained below 16℃ under these following conditions: with heating and night break, insulation and night break, and no treatment. When the plastic greenhouse was

heated at a minimum temperature of 20°C to 23°C during the night break treatment, the time period from treatment to budding was shortened, therefore the periods for budding, flowering and harvesting were accelerated. No differences were shown in fruit quality between these treatment conditions. Investigations were also made in March when temperatures sustained at around 20°C under these conditions; with insulation and night break treatment alone accelerated budding and flowering and shortened the time until budding after treatment.

These results suggest that the heating and night break treatment is effective for decreasing the number of days until flowering in winter, and the insulation and night break as well as the night break treatment alone, are effective for decreasing the number of days until flowering in spring.

#### 引用文献

- 栗国佳史・正田幸幸・池宮秀和. 2002. ピタヤの導入選抜. 沖縄農試名支成績書. 25-26.
- Chang, F.R and C.R Yen. 1997. Forcing pitaya (*Hylocerius undatus* Britt. & Ross) by chemicals and controlled day length and temperature. In : Proceeding of the Symposium on Enhancing Competitiveness of Fruit Industry, Taipei, Taiwan, pp.163-190 (伊藝安正翻訳).
- G. McMahon. 2003. Evaluate phenology and yield of selected pitaya and low land longan varieties, and multiply and release proven varieties to industry. Horticulture Technical Annual Report 2002-03 71-72. Horticulture Division Australia.
- Jiang, Y.L., Y.Y. Liao, T. Lin, C.Lee, C.R Yen and W.J Yang. 2012. The Photoperiod-regulated Bud Formation of Red Pitaya (*Hylocereus* sp.). HortScience August 2012 47:1063-1067.
- Luders, L. and G.McMahon. 2006. The Pitaya or Dragon Fruit (*Hylocereus undatus*). Agnote No.778 D42. Northern Territory Government.
- 松田昇・島袋清香・松村まさと・伊地良太郎. 2011. ピタヤの開花調節技術の開発 (第1報) 開花習性と結果習性. 沖縄農業 45(1) : 3-15.
- 松田昇・島袋清香・松村まさと・伊地良太郎. 2013a. ピタヤの開花調節技術の開発 (第2報) 電照栽培の実態と電照効果. 沖縄農業 46(1) : 3-10.
- 松田昇・島袋清香・松村まさと・伊地良太郎. 2013b. ピタヤの開花調節技術の開発 (第3報) 暗期中断処理が開花に及ぼす影響. 沖縄農業 46(1) : 11-20.
- 松田昇・島袋清香・松村まさと・伊地良太郎. 2014. ピタヤの開花調節技術の開発 (第4報) 暗期中断処理における系統の違いと処理開始日が開花に及ぼす影響. 沖縄農業投稿中.
- Nomura, K. M. Ide and Y. Yonemoto 2005. Changes in sugars and acids in pitaya (*Hylocereus undatus*) fruit during development. J. Hort. Sci. Biotech. 80(6): 711-715.
- Nobel, P. S. and Eran Raveh 1995. CO<sub>2</sub> uptake and fluorescence for a shade tolerant cactus *Hylocereus undatus* under current and doubled CO<sub>2</sub> concentrations. Physiol. Plant. 93:505-511.
- Nobel, P. S. and De la Barrera E. 2002c. High temperatures and net CO<sub>2</sub> uptake, growth, and stem damage for the hemiepipytic cactus, *Hylocereus undatus*. Biotropica 34:225-231.
- Nobel, P. S. and De la Barrera E. 2004. CO<sub>2</sub> uptake by the cultivated hemiephytic cactus,

- Hylocereus undatus*. Ann. Appl. Biol. 144:1-8  
緒方達志・チャスリー オーウィンティニー・  
香西直子・米本仁己 2007. ドラゴンフルーツ (*Hylocereus undatus*) の花芽分化に必要な温度条件の解明. 園芸学研究別冊. 6(2) : 495.
- 太田麻希子・福澤康典・川満芳信 2007. ピタヤの CAM 型光合成特性について. 沖縄農業 41(1) : 27-53.
- 沖縄県中央卸売市場. 2011. 沖縄県中卸売市場年報.
- Su, Y.H.2005.Effect of photoperiod and Pruning on Off-Season Production in Pitya (*Hylocerius spp.*). MS thesis, Natl. Pingtung Univ., Taiwan.