

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 4 月 21 日現在

機関番号：14301

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2014

課題番号：24658028

研究課題名(和文)低温による熱帯果樹の着果不良と無核化のメカニズム

研究課題名(英文) Mechanism of fruit-set failure and seedless fruit formation at low temperatures in tropical fruit trees

研究代表者

樋口 浩和 (Higuchi, Hirokazu)

京都大学・(連合)農学研究科(研究院)・准教授

研究者番号：50303871

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：チェリモヤでは、花の周囲の夜温を制御し、夜温8℃以下で種子数や果実の対称性が著しく低下することおよび受粉前の数日間の最低気温が種子数の低下に影響することを示した。

レイシでは、受粉後の夜温を制御し、品種によって一定温度域で単為結果性を持つこと、委縮した胚や卵細胞のない胚が無核果実の発生要因になっている可能性を指摘した。

ドリアンでは、モントン品種で形態的に正常な胚珠が子房内に占める比率が他品種に比べて低いことを明らかにし、低夜温での生理落花(果)を助長する一因になっていることを指摘し、着果不良の原因は受精後の発達不良であることを明らかにした。

研究成果の概要(英文)：Night temperature of cherimoya flower was regulated sectionally to decide that lower temperature less than 8 °C reduced seed number and symmetricity, and that minimum temperature for several days before pollination detrimentally affected seed number. Lychee flower was subjected to low temperature and resulted in seedless fruit in some cultivars at a certain temperature regimes. Shrinked embryo or absence of egg sell could be an incidence of seedless fruit. Temperature regulation of durian flower revealed that Monthong cultivar formed irregular ovule in shape frequently than other cultivars, and this might be a factor to increase fruit drop during young stage after suffering lower night temperature. Failure in fruit-set was caused by developmental failure of ovule after pollination.

研究分野：熱帯果樹園芸

キーワード：熱帯果樹 受粉 温度 受精 結実

1. 研究開始当初の背景

これまで農民が経験したことのない予測不可能な気候の変化が地球規模で頻発し、気象条件の比較的安定していた熱帯地域であっても環境と植物の生理反応に関するこれまでの経験や対策が役に立たなくなっている。2008年1月には夜温15以下の寒波が2週間以上もタイ東部を襲い、開花期にあったドリアン園が壊滅的な打撃を受けたことは記憶に新しい。一方、温帯では温暖化が叫ばれて、それは日本の農業にも直接影響し始めており、従来の温帯果樹産地が危機に瀕す反面、熱帯果樹類の栽培が暖地を中心に拡大しつつある。こうした現状にあって、熱帯果樹に関しては、温度と結実といった基礎的な生育反応に関する情報が依然不十分なままであった。

2. 研究の目的

開花期間中の気温変動は熱帯果樹の着果を決定づける。熱帯果樹には、気温が低くなる乾季に開花するものが多いが、乾季は気温の日変化も大きく、夜間の急激な気温の低下を招くこともある。熱帯果樹には低温が続くとほとんど結実しなくなるものも少なくない。乾季の低温による着果不良はこれまでのところ解決策がなく、襲来すると壊滅的な打撃を受ける深刻な問題である。しかし、低温と熱帯果樹の開花結実の生理についてほとんど解明されていない。生殖器官の温度を制御する方法がなかったことがおもな理由と思われる。本研究では、屋外で生殖器官の温度を個別に制御できるペルチェ素子温度制御システムを開発し、圃場で生育する熱帯果樹の花器に取り付け、低温下での授精から胚の形態形成のメカニズムを解剖学的に解明することを目的とした。

3. 研究の方法

本課題は東南アジアと日本とで行ったが、日本では温室栽培個体を、東南アジアでは屋外圃場で栽培された個体を用いた。樹体温度や地温などの影響を排除するため、花器のみを温度制御し、その環境で授精をおこない、その直後から数日後のサンプルを採取した。この、携帯可能で精密で、花器だけの温度を制御可能な装置は、ペルチェユニットを用いて自作した。

生殖器官の発達は一般に、胚珠の発達、花粉の発芽率および稔性、花粉管伸長などで評価される。観察には現有の携帯型蛍光顕微鏡および実体顕微鏡を用いた。装置の制作と平行して、京都大学の実験圃場でハウス栽培されているチェリモヤとレイシの温度制御実験を行った。どの時期のどの程度(時間と温度)の低温で胚の発育不良が発生するかを、形態発達の顕微鏡観察を中心に検討した。また、タイ国チャンタブリ県に数週間滞在して

商業圃場の樹体の花器に温度処理を施した。開花期のチェリモヤに装置を取り付けてその温度条件下で発達した生殖器官の形態形成を評価した。チェリモヤは、1花に200程の柱頭が集合した集合花であり、この集合花1個を対象にした温度処理を行うことで種子形成数から着果への影響を評価することができる。人工授粉を行い、その後の生殖器官の発達を蛍光顕微鏡で観察し、授精の瞬間を明らかにするとともに授精後の形態形成を詳細に経時的に記録した。生理落果が一段落する2週間後までの形態観察を続けた。

レイシでは開花期は4月から5月で、この時期の低夜温が着果不良や無核化を引き起こしていると考えられる。従って、気温変化を正確にモニターリングしながら、無処理区を比較対象に設定した。また、花器の日最低気温が15付近になるように1刻みで細かく設定し、人工授粉後の子房をサンプリングし、花粉管伸長と胚の発達を記録した。レイシでは、授粉後の低温への遭遇とそれとともなう胚形成のメカニズムに焦点を当てた。結実は許すが種子の完全な発達に至らない温度域を特定する実験を行った。パラフィン切片法によって、開花後の胚珠の形態発達を実体顕微鏡および蛍光顕微鏡で観察し、どの温度で胚の発達が中断するか、その過程とともに詳細に記録した。

ドリアンを用いた実験およびサンプリングは開花期の1月にタイ東部の商業園で行った。成木を使い、樹上で温度処理を実施した。ドリアンは大きな枝に直接開花する習性がある。制御装置の発泡スチロールは枝に直接取り付けるので、やぐらなどを組む必要がなく、都合がよい。開花日の夕刻に絵筆で人工授粉して、その後定期的にサンプリングを行った。

4. 研究成果

チェリモヤでは、夕方の授粉から翌朝までの低夜温が果実品質に及ぼす影響を明らかにするため、授粉後に小型温度制御装置を取り付け、花の周囲の夜温を4, 6, 8, 10, 12, 17, 22, 27, 32, 35°Cに制御し、授粉後授粉後に夜温が8より下がると種子数や果実の対称性が著しく低下することおよび授粉前の数日間の最低気温も種子数の低下に強く影響することを示した。

レイシでは、授粉後3日間の夜温を小型温度制御装置で7, 12, 17°Cに制御し、授粉後2, 3, 4, 5, 8週間後の果実残存率、果実形態、品質を記録した。また放任授粉の別個体から発達段階の異なる花および幼果を採取し、切片を検鏡した結果、レイシは品種によっては一定温度で単為結果する性質を持つこと、委縮した胚や卵細胞のない胚が各発達段階でしばしば観察されることを明らかにした。このような形態異常が無核果実の発生に関わ

っている可能性を指摘した。

ドリアンでは、胚珠発達を品種間比較し、モントン品種では形態的に正常な胚珠が子房内に占める比率が他品種に比べて低いことを明らかにし、とくにこの品種で低夜温での生理落花（果）を助長する一因になっていることを指摘した。そこで花序のみを夜温15-25°Cで7日間温度制御し、いずれの温度でも花柱基部まで花粉管は伸長しているものの15°Cでは胚発達を開始していないことを突き止め、着果不良の原因を花粉ではなく受精後の発達不良であることを明らかにした。

これらの成果は下記の投稿論文および学会発表によって公表した。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕(計 5 件)

Hiroshi MATSUDA, Hirokazu HIGUCHI 2012 Anatomical Study on Seasonal Changes in Pistil Receptivity of Cherimoya (*Annona cherimola* Mill.) *Tropical Agriculture and Development* 56: 95-103

Hiroshi MATSUDA and Hirokazu HIGUCHI* 2013 Effects of Temperature and Medium Composition on Pollen Germination of 'Bengal' and 'Chakrapat' Lychee (*Litchi chinensis* Sonn.) *in vitro* *Trop. Agr. Develop.* 57 (4): 120 - 125

Naoko KOZAI, Orwintinee CHUSRI, Theerawut CHUTINANATHAKUN, Sombat TONGTAO, Hirokazu HIGUCHI, and Tatsushi OGATA 2014 Pollination and Subsequent Ovule Development through Fruit Set in 'Chanee', 'Monthong', and 'Kradumthong' Durian *Trop. Agr. Develop.* 58 (2): 58 - 65.

Naoko KOZAI, Hirokazu HIGUCHI, Sombat TONGTAO, and Tatsushi OGATA 2014 Low night temperature inhibites fertilization in 'Monthong' Durian (*Durio zibethinus* Murr.) *Trop. Agr. Develop.* 58 (3): 102 - 108.

Hiroshi MATSUDA¹, Hirokazu HIGUCHI*¹, and Tatsushi OGATA² 2015 Sectional Temperature Control and Anatomical Study for Critical Post-pollination Night Temperatures to Prevent Fruit Set Failure in Cherimoya (*Annona cherimola* Mill.) *Trop. Agr. Develop.* 59 (1): 28-34.

〔学会発表〕(計 10 件)

*松田大志・樋口浩和（京都大学院農学研究科）2012 ライチの花粉発芽に及ぼす培地組

成および花粉の貯蔵温度の影響 日本熱帯農業学会第 112 回講演会 熱帯農業研究 5[2]: 47-48.

*松田大志 1・樋口浩和 1・米本仁巳 2・岡山智彦 2・牛尾峻之 2・緒方達志 3 2013 受粉後の低夜温がチェリモヤの果実品質に及ぼす影響 日本熱帯農業学会第 113 回講演会（茨城大学 3/30-31）熱帯農業研究 6[1]: 59-60.

*宮地尚樹・樋口浩和・松田大志・岡部公則 2013 サラカヤシの花粉発芽に好適な培地組成及び培養温度と溶液受粉の有効性の検討 日本熱帯農業学会第 114 回講演会（東京農業大オホーツクキャンパス）熱帯農業研究 6[2]: 15-16.

*松田大志・北村葵・樋口浩和 2013 レイン花粉の効率的な採集方法 日本熱帯農業学会第 114 回講演会（東京農業大オホーツクキャンパス）熱帯農業研究 6[2]: 17-18.

*北村葵・松田大志・樋口浩和 2013 レインの種子の形態形成に及ぼす諸要因の検討 日本熱帯農業学会第 114 回講演会（東京農業大オホーツクキャンパス）熱帯農業研究 6[2]: 13-14.

*松田大志・樋口浩和 2014 受粉日の昼夜温がパッションフルーツの着果に及ぼす影響 日本熱帯農業学会第 115 回講演会（東京大学 3/27-28）熱帯農業研究 7[1]: 83-84.

Naoko KOZAI, Hirokazu HIGUCHI, Sombat TONGTAO, and Tatsushi OGATA 2014 PHYSIOLOGICAL ASPECTS OF SEED PRODUCTION IN DURIAN: FLOERING, FERTILIZATION AND SEED SET. 8th National Seed Symposium, 29-30 April 2014. Palm Garden Hotel, 101 Resort, Putrajaya Malaysia. Proceedings of 8th National Seed Symposium 2014, Malaysia.

*松田大志・樋口浩和 2014 チェリモヤの開薬および花粉発芽力に及ぼす温湿度条件の影響 日本熱帯農業学会第 116 回講演会（九州大学箱崎キャンパス 10/3-5）熱帯農業研究 7[2]: 47-48.

*小松 遼・樋口浩和 2014 パッションフルーツの着果と光環境の関係 日本熱帯農業学会第 116 回講演会（九州大学箱崎キャンパス 10/3-5）熱帯農業研究 7[2]: 49-50.

*松田大志 1・樋口浩和 1・緒方達志 2 2015 チェリモヤ花粉のデンブ蓄積に関する解剖学的観察および花粉発芽力に及ぼす開薬前夜の気温の影響 日本熱帯農業学会第 117 回講演会（3月15日筑波大学）熱帯農業研究 8[1]: 31-32.

〔図書〕(計 0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計 0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

樋口浩和 (HIGUCHI, Hirokazu)

京都大学・農学研究科・准教授

研究者番号：50303871

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：