

令和 6 年 6 月 10 日現在

機関番号：16201

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2023

課題番号：18K05621

研究課題名（和文）少低温要求性で早生のモモの育種とその効率化ならびに産物の活用

研究課題名（英文）Breeding of low-chill and early-ripening peach and its utilization

研究代表者

別府 賢治（Beppu, Kenji）

香川大学・農学部・教授

研究者番号：30281174

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：多低温要求性品種と小低温要求性品種の交配で得られた中低温要求性品種を用いて、自家受粉並びに他家受粉を行って得られた種子について、胚培養により実生を獲得し、研究圃場で育成した。特に優れる18個体を選抜して地植えに移し、低温要求量が少なく早生で果実品質の優れる個体を白肉、黄肉1系統ずつ選抜した。活用として、選抜品種においてカリウムや光合成促進剤の葉面散布により、果実のサイズや糖度の増加が確認された。また、環状はく皮の処理により果実サイズや糖度が向上することが示された。他に、早い時期からのハウス栽培における炭酸ガス施肥により、果実のサイズと糖度が上昇することが明らかになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

果樹の低温要求性に関する遺伝様式の研究はこれまであまり行われていなかった。本研究は、果樹の一つであるモモを用いて、低温要求性に関する遺伝様式の一部解明に貢献した点で学術的意義が大きい。また、果樹における少低温要求性品種の現場への活用についてはあまり検討されていなかったが、本研究では、様々な処理を試して少低温要求性モモの果実品質を高めることで現場への活用を広げることにも貢献した。この点で社会的意義は大きいといえる。

研究成果の概要（英文）：Mid-chill cultivars obtained from cross between high chill cultivars and low-chill cultivars were self-pollinated and cross-pollinated. Obtained seeds were embryo-cultured and moved to the research field. Eighteen seedlings were selected and transplanted to soil. One tree of white flesh and the other tree of yellow flesh with low-chill, early-maturing and high fruit quality were finally selected. Regarding the utilization, foliar application of potassium and the agent for promoting photosynthesis increased fruit size and sugar level. The treatment of girdling also enhanced fruit quality. Besides, CO₂ application in early forcing culture in greenhouse raised the size and sugar concentration in fruit.

研究分野：果樹園芸学

キーワード：低温要求性 モモ 育種 果実品質

1. 研究開始当初の背景

地球温暖化の影響や、亜熱帯地域への栽培地拡大に伴い、休眠打破に必要な低温要求量の少ない落葉果樹の育成が、近年世界各地で行われており、モモについても、アメリカ南部、スペインなどでこの育種が早くから進められてきた。少低温要求性樹は、加温促成栽培において多低温要求性樹に比べてかなり早い時期からの加温開始が可能であり、促成栽培での利用価値も高い。海外の少低温要求性モモは果実品質が低いのが問題であることから、我々は低温要求量の少ない海外の品種と果実品質の優れた日本の品種とを交配し、低温要求量が比較的少なく早生で、果実品質の優れたモモの新品種（‘KU-PP1’、‘KU-PP2’）や系統を育成した。しかしながら、これらの品種や系統の低温要求量は約 500 CH であり、より早期の促成栽培のために、低温要求量の更なる短縮が求められている。

2. 研究の目的

本研究による低温要求量が著しく少なく、かつ早生で果実品質に優れたモモの育成は、世界初の試みであり、成功すれば国内外で栽培の需要がある。これを用いたハウスでの促成栽培では、早い時期からの加温が可能になるため、早い収穫が見込まれる。モモは収穫前の天候に果実品質が大きく左右されることが知られているが、育成される系統は、露地栽培においても、梅雨入り前の収穫が可能になると思われるので、より高品質の果実生産が可能になると予想され、早生性による付加価値と合わせてかなりの高収益が期待される。また、その育成過程での胚培養は、日本ではあまり行われておらず、日本の品種に適した胚培養技術の確立は、早生品種の育種の効率化に貢献すると期待される。

3. 研究の方法

(1) 育種については、これまで多低温要求性品種と小低温要求性品種の交配で得られた中低温要求性品種で早生の「KU-PP1」、「KU-PP2」および他の選抜系統（HFPP1 など）を用いて、自家受粉ならびに他家受粉を行って得られた種子について、胚培養を行った。その際、果実採取時期、滅菌方法（果実のまま滅菌するか、核を取り出してから滅菌するか）、培養手順（直接胚培養を WPM 培地で行うか、SH 培地で胚珠培養の後に WPM 培地での胚培養に移すか）、胚の層積貯蔵期間について、検討した。これにより得られた実生を鉢やコンテナに移植して研究圃場で育成し、特に優れたものを選抜して地植えに移した。これらの個体の低温要求量と萌芽時期、開花時期、収穫時期、果実品質などを調査して、低温要求量が少なく早生で果実品質の優れた個体を選抜した。

(2) 活用については少低温要求性モモ品種を用いて、果実発育期におけるカリウムの葉面散布や光合成促進剤の葉面散布を行い、果実品質を調査した。さらに、環状剥皮の処理を異なる時期や程度で行い、果実発育への影響を調べる。また、本品種における適切な摘果の時期についても検討した。他に、少低温要求性早生系統モモに有利と思われるハウス栽培における炭酸ガス施肥を試み、果実品質向上効果を明らかにした。

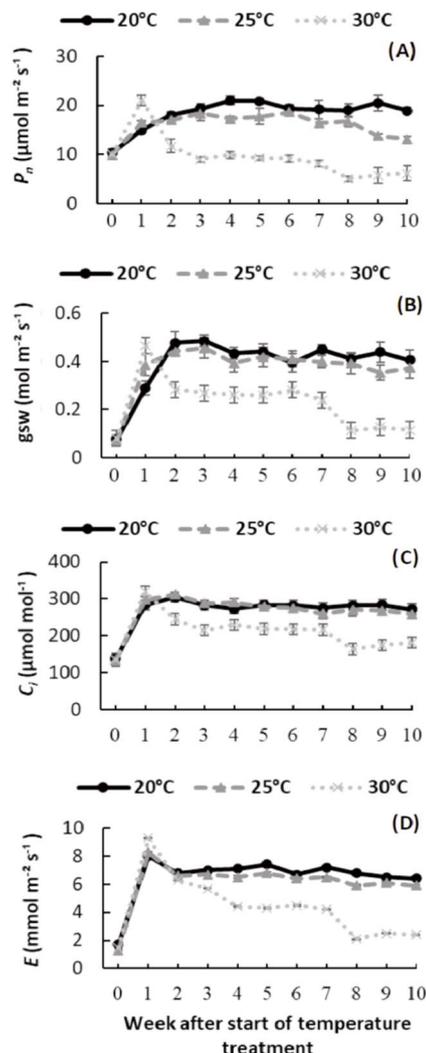


Fig.1. Effect of growth temperatures on (A) leaf net photosynthesis, (B) stomatal conductance, (C) leaf internal CO2 concentration, and (D) transpiration rate of the ‘KUPP2’ peach trees. Data represent means ± standard error (n=5).

Table 1. The effect of stratification duration on the percentage of germination, survival rate and the percentage of rosette seedling of ‘KU-PP2’ at fruit ripen period (85-90 days after blooming; DAB) in season 2017/2018.

Stratification duration (days)	The percentage of	
	germination	survival
45	47.1	50.5
60	43.7	45.7
70	40.3	40.1
90	46.5	49.8
F-test	ns	ns

Values are indicated as means (n=25) and analyzed by ANOVA.

* Different letters within the same column show a significant difference at P<0.05 by Duncan’s multiple range test.

* or ns denote significance level at P<0.05 or non-significance.

4. 研究成果

(1) 上述の胚培養において、交配の組み合わせによる胚の生存率への影響はみられなかった。滅菌方法では、果実全体を滅菌するほうが、核の滅菌よりも発芽率が高かった。層積期間は、胚の生存率には影響しなかったが、層積期間が長いほど、ロゼット化率が減少した。果実採取時期は、開花後 70 日後よりも 90 日後に採取した胚で、発芽率や生存率が高かった (表 1)。培養手順については、発芽率や生存率に明確な差異は認められなかった。これらの研究結果より、新品種の胚培養に適した条件が示された。ただ、全体的に発芽率は高かったものの、その後の生存率がやや低いのが問題であった。これは、試験管で培養した際に、アルミキャップでふたをしたため、ふたの近くまで伸びたシュートが光不足で枯れたことが主因と思われる。次年度に、透明キャップを用いて同様の実験を行った結果、より生存率が高まった。また、光源の試験において、LED 照明を用いることで、白色光よりも発芽後の生育が優れることが示された。

得られた実生について、ポットに移植し、圃場に移した。この実生について、低温要求量、果実品質の調査を行った。低温要求量は、各低温積算に達した時の切り枝の発芽試験により調査した。低温要求量は、少低温要求性品種と同程度のかかなり短いものから、多低温要求性品種と同程度の長いものまで大きく分離した。葉芽の萌芽時期のばらつきもかなり大きくなった。目的とする低温要求量がかなり少なく早生で果実品質の優れる個体がいくつか得られたので、これらを鉢より大きいコンテナに移植した。栽培、調査を継続し、特に優れていた 18 個体を選抜して、地植えに移した。さらに栽培を継続し、その中から最も優れたいた白肉 1 系統と黄肉 1 系統については品種登録のために地植えの実生樹 7 樹ずつに高接ぎを行った。今後結実したら、原木と接ぎ木樹について品種登録用の調査を 2 年間に渡って行い、その後登録の手続きを行う予定である。

(2) 活用については、KU-PP1'、'KU-PP2' の活用の可能性拡大を目的として、これら品種の果実サイズの小ささを栽培技術により克服するために、いくつかの処理を試みた。開花時やその後の植物ホルモン (ジベレリン、サイトカイニン) の処理では、果実サイズに大きな変化は見られなかった。摘果の時期に関しては、満開 1~4 週間後の摘果より果実品質が向上した (表 2)。果実発育期におけるカリウムの葉面散布や光合成促進剤の葉面散布により、果実サイズの増加や糖度の上昇が確認された (表 3)。さらに、環状剥皮の処理により、果実サイズや糖度が向上することが示され、その効果は特に満開後 4 週の処理で優れていた。環状剥皮の幅は、10mm が最適であった。

また、ハウス栽培における果実発育期の温度管理を考えるため、果実発育期に鉢植えの 'KU-PP2' 個体を 20~30°C の人工気象室で栽培した。30°C の高温では光合成速度が低下し、果実サイズや糖度が減少したことから、本品種ではハウス栽培における換気の設定温度をやや低めにすることが望ましいことが示された (図 1)。

他に、少低温要求性モモ新品種の有効活用として、'KU-PP1'、'KU-PP2' のハウス栽培における炭酸ガス施肥を試みた。本品種は低温要求量が少ないため、早い時期からの加温が可能となり、より長期間被覆を施すことができる。よって、炭酸ガス施肥の期間もかなり長く確保することができる。実際に、早い時期からのハウス栽培での炭酸ガス施肥を行った結果、果実のサイズと糖度が上昇した。

Table 2 Effects of fruit thinning on fruit maturity, size and firmness in the peach cultivar 'KU-PP2'.

Fruit thinning time (DAFB)	Days to maturity (days)	Fruit weight (g)	Fruit diameter (mm)			Firmness (kg/cm ²)	
			Length	Cheek	Suture	Skin	Flesh
7 DAFB ²	92	178.7 b	64.2 b	70.8	65.3 b	0.70 a	0.33
14 DAFB	92	163.2 ab	61.8 ab	70.1	65.6 b	0.66 a	0.34
21 DAFB	92	166.0 ab	62.5 ab	70.0	64.5 b	0.69 a	0.31
28 DAFB	91	176.0 b	63.5 b	68.9	69.4 c	0.72 a	0.34
Control	100	147.9 a	60.0 a	66.9	60.1a	0.82 b	0.34
Significance		*	*	NS	*	*	NS

²DAFB refers to the days after full bloom * means significant at one way ANOVA (P< 0.05) NS = non-significant Different letters within the same column indicates a significant difference by Tukey's test at the 5% level

Table3 Effects of foliar spraying of K₂SO₄ on photosynthesis, transpiration, and stomata conductance of 'KU-PP1' peach.

K ₂ SO ₄ concn. (g·L ⁻¹)	Photosynthesis (μmol·m ⁻² s ⁻¹)		Transpiration (mmol·m ⁻² s ⁻¹)		Stomata conductance (mol·m ⁻² s ⁻¹)	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021
0	14.1a	15.7	4.2a	4.8a	0.23a	0.22a
5	21.3b	18.1	9.9b	7.0b	0.50b	0.39b
10	18.8b	17.4	6.0ab	6.4b	0.35b	0.33b
15	18.8b	16.4	6.8ab	4.9a	0.42b	0.31b
Significance	*	NS	*	*	*	*

* Indicates significance at the one-way ANOVA (P< 0.05);NS= non-significant.

Different letters within the same column indicates a significant difference by Tukey's test at the 5% level. (n=4).

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 7件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Khanal Sanjaya Raj, Ikuo Kataoka, Mochioka Ryosuke and Kenji Beppu	4. 巻 24
2. 論文標題 Fruit quality of the low-chill early ripening peach cultivar 'KU-PP2' is affected by the time of fruit thinning.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Applied Horticulture	6. 最初と最後の頁 33-35
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.37855/jah.2022.v24i01.06	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Khanal Sanjaya Raj, Poudel Puspa Raj, Ikuo Kataoka, Mochioka Ryosuke, Ono Kentaro and Kenji Beppu	4. 巻 1352
2. 論文標題 Effect of girdling time on growth and fruit quality of low-chill early ripening peach 'KU-PP2'	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Acta Horticulturae	6. 最初と最後の頁 561-566
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.17660/ActaHortic.2022.1352.76	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Sikhandakasmitta, P., Kataoka, I., Ogata, T., Mochioka, R., and Beppu, K.	4. 巻 35
2. 論文標題 Effect of growth temperature levels on photosynthetic ability and fruit quality of 'KU-PP2', a new low-chill peach cultivar	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Advances in Horticultural Science	6. 最初と最後の頁 233-241
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.36253/ahsc9923	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Sikhandakasmitta, P., Kataoka, I., Mochioka, R., and Beppu, K.	4. 巻 -
2. 論文標題 Chilling and heating accumulations impact bud burst and flowering of 'KU-PP2' peach tree	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceeding of the third Asian horticultural congress	6. 最初と最後の頁 213-220
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 戸梶裕太, 片岡郁雄, 別府賢治	4. 巻 73
2. 論文標題 低温要求量の少ないモモ品種 'KU-PP1' および 'KU-PP2' の収穫適期の検討	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 香川大学農学部学術報告	6. 最初と最後の頁 7-11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 P. Sikhandakasmita, I. Kataoka, R. Mochioka, K. Beppu	4. 巻 投稿中
2. 論文標題 Chilling and heating accumulations impact bud burst and flowering of 'KU-PP2' peach tree	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Acta Horticulturae	6. 最初と最後の頁 投稿中
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Khanal, S. R., Kentaro, O., Poudel. P. R., I Kataoka, I., Mochioka, R., and Beppu, K.	4. 巻 67
2. 論文標題 The effects of foliar spray of potassium sulfate (K2SO4) at different growth stages on fruit growth and quality of the low-chill early ripening peach 'KU-PP1'. Tropical Agriculture and Development (in press)	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Tropical Agriculture and Development	6. 最初と最後の頁 ---
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Sikhandakasmita, P., Kataoka, I., Mochioka, R., and Beppu, K.	4. 巻 91
2. 論文標題 Impact of temperatures during fruit development on fruits' growth rate and qualities of 'KU-PP2' peach	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Horticulture Journal	6. 最初と最後の頁 152-156.
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2503/hortj.UTD-341	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 P. Sikhandakasmitta, I. Kataoka, R. Mochioka, K. Beppu	4. 巻 1352
2. 論文標題 Impacts of temperature and forcing growing conditions on the occurrence of pistil doubling and double fruit in peaches	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Acta Horticulturae	6. 最初と最後の頁 445-452
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.17660/ActaHortic.2022.1352.61	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

[学会発表] 計5件(うち招待講演 0件/うち国際学会 0件)

1. 発表者名 Khanal Sanjaya Raj, Poudel Puspa Raj, Ikuo Kataoka, Mochioka Ryosuke, Ono Kentaro and Kenji Beppu
2. 発表標題 Effect of girdling time on growth and fruit quality of low-chill early ripening peach 'KU-PP2'
3. 学会等名 X International Peach Symposium
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 シカンダカサミタ パナワット・片岡郁雄・望岡亮介・別府賢治
2. 発表標題 低温要求量の少ないモモ品種 'KU-PP2' における生育温度が果実の発育や品質に及ぼす影響
3. 学会等名 園芸学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Sikhandakasmitta, Panawat, 片岡郁雄, 別府賢治
2. 発表標題 Embryo rescue of the early-ripening peach cultivars with lower-chilling requirement, 'KU-PP1' and 'KU-PP2'
3. 学会等名 園芸学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Panawat Sikhandakasmaita, 片岡郁雄, 別府賢治
2. 発表標題 Occurrence of double pistils in 'KU-PP1' peach
3. 学会等名 園芸学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Sikhandakasamita, P., Kataoka, I., Mochioka, R., and Beppu, K.
2. 発表標題 Investigation of pistil doubling of low-chill peaches with early ripening
3. 学会等名 X International Peach Symposium
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------