

紫果物時計草の花粉発芽に関する研究

石畑 清武

(指宿植物試験場)

昭和57年8月10日 受理

On the Pollen Germination of Purple Passion Fruit, *Passiflora edulis* Sims

Kiyotake ISHIHATA

(Ibusuki Experimental Botanic Garden)

結 言

黄色時計草をはじめ、多くのトケイソウ属では自花不稔性花が報告されている^{1,2)}。本実験に用いた紫果物時計草は自花稔性花^{1,3,5,6)}である。自花稔性花であっても放任条件下では、その結果率は低く^{4,5,23)}、自花不稔性花の出現とともに果実生産上問題となっており、受粉法改善による結果率向上の対策が切望されている。ハワイおよびオーストラリアなどでは結果率は高いが、これには受粉媒介昆虫 Carpenter bee^{1,2)}の存在が大きく貢献している。わが国に同種は生棲せず、蜜蜂などの訪花が行われているが、十分な効果をあげるほどではない⁵⁾。果物時計草の果汁量は、果実含有種子数との相関が大であることから、受粉の影響が大きいと推察される。また、受粉の良否は開花時の天候に大きく支配されることが報告されている^{4,21)}。一方受精には気温の影響も大きいであろうと推測されるが、これに関する報告はみられない。

本研究は紫果物時計草の花粉発芽に好適な人工培地、pH および温度条件を検討したものであり、若干の知見が得られたので報告する。

材 料 と 方 法

鹿児島大学農学部指宿植物試験場で栽培中の紫果物時計草実生3年生樹の花を供用した。花粉の発芽には1×1cm 角に調整した寒天培地の薄片を煮沸洗浄した硬質スライドガラス上に貼付した発芽床を用いた。各実験とも柱頭圧搾汁を薄片培地上に薄く拡がる程度添加し、無添加を対照とした。なお柱頭圧搾汁は開花開始時切り取った柱頭を100メッシュ網でつつみ、乳鉢の中でガラス棒で押しつけて搾汁し、そのまま供用した。花粉は正常花^{5,6)}の約裂開後の花から採取し、

発芽床上に振り落とし、塊状になった花粉粒は床面に薄く拡げた。発芽床は、底に沓紙を敷き、給水して温室状態を保った直径15cmのシャーレー内に静置した。発芽試験はそれぞれ3回反覆した。置床24時間後醋酸カーミンで染色、固定して検鏡した。

なお本実験にあたって予備実験を行い、次のようなことが認められた。すなわち、1) 蔗糖1%~25%の各濃度の水溶液中では、花粉は5~20秒の極めて短い時間に破裂した。2) 1%~5%の寒天と0%~60%蔗糖の組み合わせによる培地上では、花粉の発芽は認められなかった。3) さらに、寒天1%、2%および蔗糖30%、40%の各組み合わせ組成にホウ酸0.01%を加えて調整した培地に柱頭圧搾汁を添加した場合、わずかながら花粉の発芽が見られた。これらの場合培地のpHは大體6.4であった。この様な結果をふまえて次の実験を行った。

実験 I 花粉発芽に対する寒天、蔗糖、ホウ酸などの濃度および柱頭圧搾汁添加の影響

寒天1%、2%、蔗糖30%、40%、50%、ホウ酸0.002%、0.005%、0.01%、0.015%、0.02%の組み合わせによる培地上に柱頭圧搾汁を添加し、無添加を対照とした。蔗糖30%とホウ酸0.02%では寒天1%および2%はともに比較的高い発芽率がみられた。そこで、寒天1%、2%、蔗糖20%、30%、40%を基本とし、ホウ酸0%、0.01%、0.02%、0.03%、0.04%、0.05%を添加した培地を調整し、これらの培地上に柱頭圧搾汁を添加し、無添加を対照として花粉発芽に及ぼす影響を検討した。各培地はクエン酸^{7,8)}でpH6.4に調整した。発芽床は20°C~25°Cの室内に静置した。

実験 II 花粉発芽に対する温度と培地のpH値の影響

前実験で高い発芽率の得られた寒天2%、蔗糖30%、

ホウ酸0.03%の組成の培地をクエン酸で pH 5.4, 5.6, 5.8, 6.0, 6.2, 6.4, 7.0 に調整し、置床して、15°C, 20°C, 25°C, 30°C, 35°C の恒温器内に静置して発芽に対する pH ならびに温度の影響を検討した。

実験 III 花粉発芽に対するホウ酸、硝酸カルシウムの各濃度および柱頭圧搾汁の影響

前実験で pH 6.2 では平均4.65%、温度 25°C で平均5.35%の比較的高い発芽率が得られたので、寒天2%、蔗糖30%を基本に、ホウ酸0.02%、0.03%、0.04%、0.06%、0.08%、0.10%、0.12%を組み合わせた培地を調整し、柱頭圧搾汁を添加して発芽への影響を検討した。pH 値は6.2に調整した。発芽床は 25°C の恒温室内に静置した。

結 果

寒天、蔗糖およびホウ酸各濃度の花粉発芽への影響を Fig. 1 にしめた。各培地とも発芽率は低いが、

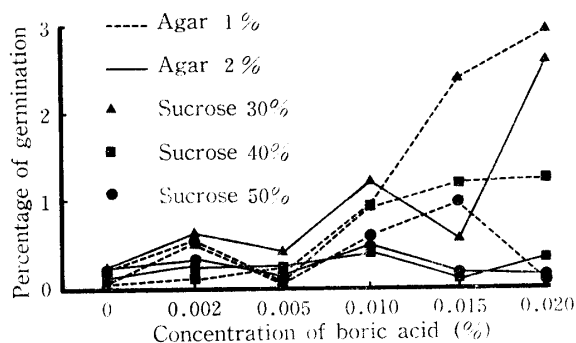


Fig. 1. Effect of concentration of agar and boric acid on the pollen germination. The media were added with the juice pressed out of the stigma and pH value was adjusted to 6.2. The germination bed was maintained at 20°C to 25°C.

蔗糖30%とホウ酸0.02%における寒天1%および2%での発芽率は、それぞれ2.95%、2.60%をしめし、その他の各濃度組成の培地よりやや高率であった。この場合柱頭圧搾汁無添加の対照区では発芽は認められなかった。発芽率は総体的に低いが、ホウ酸の濃度が高くなるにつれて発芽率が高くなる傾向が認められた。ホウ酸濃度を0.02%から0.05%にまで高めた場合の発芽への影響を Fig. 2 にしめた。柱頭圧搾汁無添加の対照区の発芽は認められなかった。寒天2%、蔗糖30%、ホウ酸0.03%組成の柱頭圧搾汁添加培地では6.43%の最も高い発芽率をしめし、寒天1%、蔗糖30%

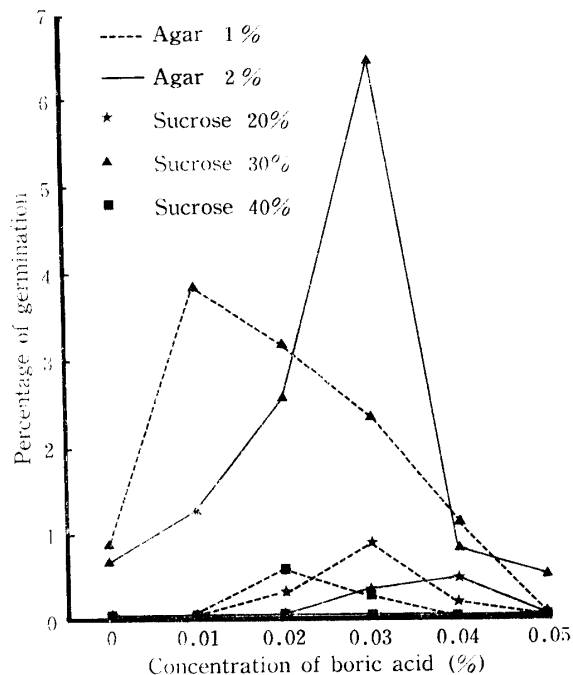


Fig. 2. Effect of concentration of agar and boric acid on the germination. The media were added with the juice pressed out of the stigma and the pH value was adjusted to 6.4. The germination bed was maintained at 20°C to 25°C.

%, ホウ酸0.01%ではこれにつぐ3.84%をしめした。これらの結果から、寒天濃度が1%~2%、蔗糖30%の培地ではホウ酸の適正濃度は0.01%~0.03%の範囲にあるものと推測される。

以上の結果から、寒天2%、蔗糖30%、ホウ酸0.02%の組成の培地に柱頭圧搾汁を添加した培地が好適であろうと考えられた。この組成の培地を用い、花粉発芽に及ぼす pH と温度の関係を検討し、その結果を Table 1 と Table 2 にしめた。柱頭圧搾汁無添加の培地での発芽は認められなかった。柱頭圧搾汁添加の培地では pH の差と発芽率との間の有意差は認められなかった。しかし、各 pH における平均発芽率は pH 6.2 で4.65%、pH 6.0 では2.25%、pH 6.4 では2.12%であった。さらに pH 6.2 では 30°C で13.80%を、pH 6.0 では 25°C で7.60%、pH 6.4 では 25°C で5.0%とそれぞれの pH での最も高い発芽率をしめし、pH 6.0~6.4 の範囲内で発芽率の高い傾向が認められた。

花粉発芽と温度との間には有意差 (1%) が認められた。発芽率の平均値は 25°C で最高の5.35%をしめし、ついで 30°C では3.75%でその他の区は非常に低

Table 1. Effects of the pH values of the artificial medium and temperature on the pollen germination of purple passion fruit. The medium was prepared by the combinations of 2% of agar, 30% of sucrose, 0.02% of boric acid and 0.1% of calcium nitrate and was added with the juice pressed out of the stigma on the surface

pH	Temperature (°C)					Average
	15	20	25	30	35	
	%	%	%	%	%	%
5.4	0.50	0.00	4.96	1.13	0.00	1.32
5.6	0.00	0.00	5.23	1.33	0.73	1.45
5.8	0.00	0.56	4.13	1.50	1.16	1.47
6.0	0.00	0.33	7.60	2.93	0.40	2.25
6.2	0.00	0.00	6.50	13.80	2.96	4.65
6.4	0.00	1.60	5.06	3.56	0.40	2.72
7.0	0.00	0.00	4.00	2.00	0.83	1.36
Average	0.07	0.36	5.35	3.75	0.93	2.09

Table 2. Analysis of variance of Table 1

Factor	Sum of squares	DF	Variance	Variance ratio	Probability
pH	42.47	6	7.08	1.73	P > 5%
Temperature	152.94	4	38.26	9.36	P < 1%
Error	97.99	24	4.08		
Total	293.41	34			

かった。とくに 15°C では pH 5.4 で 0.50% の発芽がみられたにすぎなかった。20°C では 0% ~ 1.60%、35°C では 0% ~ 2.96% の低い発芽率の範囲であった。前実験で高い発芽率を認めた寒天 2%、蔗糖 30%、

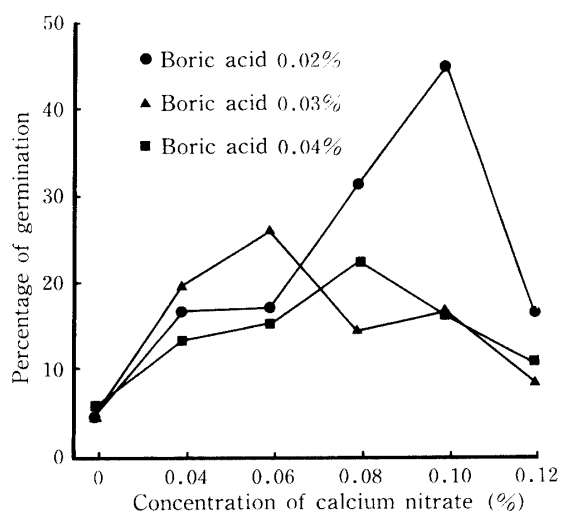


Fig. 3. Effect of concentration of boric acid and calcium nitrate on the pollen germination on the media containing 2% of agar and 30% of sucrose. The media were added with the juice pressed out of the stigma, the pH value was adjusted to 6.2 and germination bed was maintained at 25°C.

pH 6.2 を基本にホウ酸および硝酸カルシウムの発芽への影響を Fig. 3 と Fig. 4 にしめた。柱頭圧搾汁無添加の培地での発芽は認められなかった。各種添加物中硝酸カルシウムの添加の影響は最も顕著であった。すなわちホウ酸 0.02%、硝酸カルシウム 0.10% の濃度組成の場合、本実験中最高の発芽率 45.01% をしめた。硝酸カルシウム 0.08% の場合はこれにつぐ 31.12% の発芽率が認められた。ホウ酸 0.03% および 0.04% 区では発芽率はそれぞれ最高 24.65%、23.19% で、ホ

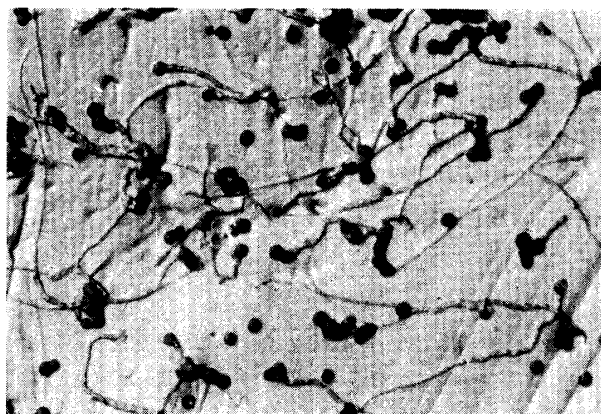


Fig. 4. Aspect of pollen germination on the medium, containing 2% of agar, 30% of sucrose, 0.02% of boric acid, 0.1% of calcium nitrate and with the juice pressed out of the stigma.

ウ酸0.02%の場合に比べて硝酸カルシウムがやや低い領域で高い発芽率をしめした。

考 察

一般に花粉発芽の人工培地としては、寒天および蔗糖による薄片床 (SAP) が用いられている。ユリ¹⁸⁾、ツバキ⁹⁾ などでは培地にホウ酸を添加すると顕著な発芽促進効果があることが知られている。しかし、本実験ではホウ酸のみではその効果は認められなかった。ところがホウ酸を加えた寒天培地の表面にさらに柱頭圧搾汁を添加すると発芽がみられ、寒天2%、蔗糖30%の培地では、ホウ酸0.02%、0.03%でそれぞれ2.69%、6.43%が発芽し、ホウ酸と柱頭圧搾汁の花粉発芽への影響が認められた。Tsukamoto²¹⁾ らはキクの花粉発芽で人工培地にキクの柱頭を入れ、発芽に対する花器の組織添加の効果を報告している。本実験では柱頭圧搾汁液の発芽への影響が認められたが、柱頭圧搾汁中の如何なる物質の効果によるものか明らかでない。ホウ酸を添加した培地の場合、ビワでは50 ppm¹⁷⁾、ツバキ⁸⁾、チャ⁸⁾、ユリ⁹⁾ などでは100 ppm という低い濃度で効果が報告されている。本実験では0.03%の場合発芽率が高く、かなり高濃度で効果が示された。この高濃度のホウ酸効果は、キクにおけると同様に花粉粒の糖吸収に関与する Sugar-borate 化合物形成²⁰⁾ によるものと推定される。

志佐ら^{18,19)} は花粉発芽に対する培地の好適 pH 値は範囲が広い場合が多く、ナス、カボチャ、ビワ、カキでは pH 5.5、スイカ pH 5.9、ツクバナアサガオ pH 6.4、松原¹³⁾ はクリで pH 5~6などを報告している。Kwack¹¹⁾ は46種の園芸植物の花粉発芽に対するカルシウムイオンの影響を検討し、46種すべてカルシウムの添加によって花粉管の伸長が促進され、また pH 7.3 以上でカルシウムの効果は増大すると報告している。本実験は pH 5.4~7.0 間で行われた。この pH の範囲内では花粉発芽率に有意差は認められなかったが、好適 pH は 6.0~6.4 の範囲にあるものと推察される。

花粉の発芽適温は植物の種類によって大きく異なる。温帯に広く分布しているリンゴは寒天1%、蔗糖10%で8°C~14°C²²⁾、梅と杏は前者と同組成の培地で15°C¹⁰⁾、亜熱帯産のビワは寒天、蔗糖の培地で20°C¹⁷⁾、熱帯産のマンゴウは寒天0.5%、蔗糖25%培地、25°C¹⁵⁾ で最大発芽率をしめし15°C以下では発芽しない。カカオは寒天1.5%、蔗糖10%で22°C~28°C¹⁶⁾ と熱帯性植物の花粉発芽温度はやや高い。紫果物時計草の平均発芽率は25°Cが最も高く、ついで30°Cが

高い発芽率をしめした。したがって発芽適温は25°C~30°Cの範囲にあるものと思われる。

一般に花粉発芽にはカルシウムの要求が強く、その補給には $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ で300~500 ppmが適正濃度とされている⁹⁾。Pfahler¹⁴⁾ は、トウモロコシの花粉発芽で蔗糖5%、寒天0.6%、硝酸カルシウム (Ca) 0.03%、ホウ酸 (B) 0.01%で最高発芽率47.9%を認め、CaもしくはBのいずれかの一つが欠けると発芽率は減少することを報告している。本実験では、トウモロコシより高濃度の硝酸カルシウム0.10%を加えた寒天2%、蔗糖30%、ホウ酸0.02%、pH 6.2、柱頭圧搾汁添加の培地で最高45.01%の発芽率が得られ、硝酸カルシウムの花粉発芽に対する顕著な効果が認められた。

要 約

紫果物時計草の花粉発芽に好適な培地組成、温度ならびに pH 条件を検討し、次の結果を得た。

1. 花粉の発芽は、寒天2%、蔗糖30%、ホウ酸0.02%、硝酸カルシウム0.10%の培地上に柱頭圧搾汁を添加した発芽床で、最高45.01%の発芽率が認められた。
2. 寒天2%、蔗糖30%、ホウ酸0.02%、柱頭圧搾汁添加の場合、花粉発芽率とつぎの pH 5.4, 5.6, 5.8, 6.0, 6.2, 6.4, 7.0 の間には有意差は認められなかった。
3. 花粉の発芽適温は25°C~30°Cにあり、15°Cではほとんど発芽せず、35°Cではわずかに発芽が認められるにすぎなかった。

謝辞 本稿の校閲と有益な批判を賜った鹿児島大学農学部小倉弘司教授、研究に協力をいただいた鹿児島大学農学部指宿植物試験場川畑久雄、有田重信、福留紘二、井立田三郎各技官に謝意を表す。

文 献

- 1) Akamine, E. K. and Girolami, G.: Problems in fruit set in yellow passion fruit. *Hawaii Farm Sci.*, **54**, 3-5 (1981)
- 2) ——— and ———: Pollination and fruit set in the yellow passion fruit. *Tech. Bull. Hawaii Agr. Exp. Stat.*, **39**, 1-44 (1959)
- 3) Gilmartin, A. J.: Post-fertilization seed and ovary development in *Passiflora edulis* Sims. *Trop. Agric.*, **35**, 41-58 (1968)
- 4) 池田三雄・大畑徳輔・伊藤三郎・石如清武：亜熱帯果実の流通利用に関する研究。農水産特別研究費補助金による研究報告、鹿児島大学農学部、32-46 (1978)
- 5) 石如清武：果物時計草の花の形態と受精に関する研究。園芸学会昭和53年秋季大会研究発表要旨、90-91 (1978)

- 6) ————: 紫果物時計草の花の形態と結実に関する研究. 鹿大農学術報告, **31**, 25-31 (1981)
- 7) 岩波洋造: 花粉の生理学的研究. XX. 花粉の人工培養における密度効果と混合効果について. 植物学雑誌, **3**, 364-372 (1970)
- 8) ————: 花粉学大要. p. 41-143, 風間書房, 東京 (1971)
- 9) 加藤幸雄・志佐 誠: 新植物生理学. p. 117-152, 誠文堂新光社, 東京 (1975)
- 10) 川上 繁・五十嵐幸: 低温地方に於ける梅と杏に関する二三の知見. (B) 花粉発芽試験. 園学雑, **14**, 45-60 (1943)
- 11) Kwack, B. H.: The effect of calcium on pollen germination. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **86**, 818-823 (1965)
- 12) Martin, F. W. and Nakasone, H. Y.: The edible species of *Passiflora*. *Economic Botany*, **24**, 333-343 (1970)
- 13) 松原茂樹: 栗の花粉発芽に関する研究. 園学雑, **10**, 163-173 (1939)
- 14) Pfahler, P. L.: In vitro germination and pollen tube growth of maize (*Zea mays* L.) pollen. 1. Calcium and boron effects. *Canada Jour. Botany*, **45**, 839-845 (1967)
- 15) Popenoe, W.: The pollination of the mango. *U. S. Dept. Agr. Bull.*, **542**, 1-20 (1917)
- 16) 佐藤啓一・阪口ナミ: カカオの温室栽培に関する研究. II. 花粉の性質および受粉の機構について. 熱帯農業, **12**, 79-82 (1968)
- 17) 志佐 誠: 枇杷の花粉の発芽試験について. 園学雑, **4**, 15-18 (1933)
- 18) ————: 花粉の発芽に及ぼす発芽床の反応の影響. 園学雑, **5**, 105-109 (1934)
- 19) ————: 植物の不稔性. p. 46-56, 養賢堂, 東京 (1937)
- 20) ————: 植物の不和合性について. 農及園, **35**, 1985-1990 (1960)
- 21) Tsukamoto, Y. and Matsubara, S.: Studies on germination of chrysanthemum. 11. Occurrence of germination-promoting substance. *Plant Cell Physiol.*, **9**, 237-245 (1968)
- 22) 後沢憲志・渋谷潤一: リンゴ花粉の発芽及び授精能力について. 園学雑, **17**, 209-211 (1948)
- 23) 弥富忠夫・石崎義人: パッションフルーツの開花結実に関する研究. 山口大学農学部学術報告, **9**, 991-997 (1958)

Summary

The present investigation was conducted to find a useful medium and an optimum temperature for the pollen germination of purple passion fruit, *Passiflora edulis* Sims. The results obtained were summarized as in the following.

1. The maximum germination percentage of 45.01 was observed on the artificial medium added with the juice pressed out of the stigma. The artificial media were prepared by the combinations of 2% of agar, 30% of sucrose, 0.02% of boric acid and 0.10% of calcium nitrate, pH value being adjusted to 6.2.

2. In the case of the artificial media having the combinations of 2% of agar, 30% of sucrose and 0.02% of boric acid, added with some of the juice pressed out of the stigma, no significant effect was observed either among the pH values or on the ratio of pollen germination of purple passion fruit.

3. The favourite temperature range for the pollen germination of purple passion fruit was fixed to be 25°C to 30°C and almost no germination was observed at 15°C and 35°C.