

熱帯果樹の生長に及ぼす地温の影響

2. クダモノトケイソウ及びアセロラの生長に及ぼす栽培時期と地温の影響

石畑清武・水野宗衛*・宮浦伸生

(1988年9月20日 受理)

Effects of the Soil Temperature upon the Growth of Some Tropical Fruit Trees

2. On the Effects of the Cultivation Period and the Soil Temperature upon the Growth of Passion Fruit and Acerola

Kiyotake ISHIHATA, Soei MIZUNO* and Nobuo MIYAURA

緒 言

著者ら¹⁾は前報において、6種の果樹の栄養生長に対して地温の影響の大きいことを指摘した。しかし、熱帯果樹をわが国に導入する場合、例え栽培が施設下で行われたとしても、栄養生長は季節一栽培時期の影響をうけることは容易に想像される。本実験では、ムラサキクダモノトケウソウ、クダモノトケイソウ交雑系及びアセロラ(1987年よりアセロラに統一)を用い、特に、後二者については前述の観点から、異なる栽培時期の気温変化に着目し、これが地温反応のパターンに影響するかどうかを検討したものである。

本研究の遂行に協力いただいた鹿児島大学農学部指宿植物試験場井立田三郎、福留紘二、清野進各技官に謝意を表す。

材料と方法

ムラサキクダモノトケイソウ Purple passion fruit, *Passiflora edulis* Sims, キイロトケイソウ Yellow passion fruit (熱帯低地栽培種)²⁾とムラサキクダモノトケイソウとの交雑によるクダモノトケイソウ交雑系 Passion fruit hybrid, *P.e.f. flavicarpa* Deg. × *P.e.* 及びアセロラ Acerola, *Malpighia emarginata* DC. を供し、1986年4月から1988年3月にかけて、鹿児島大学農学部指宿植物試験場で実験した。

供試材料と処理時期は第1表に示した。アセロラでは頂部熟枝さし木苗を、他の果樹では実生苗を用いた。実験開始時の苗の大きさは第2表に示すとおりであった。土壌温度は15°, 20°, 25°, 30°及び35°Cに設定し、材料の鉢植え、栽培管理法などはすべて前報¹⁾と同じ方法で行った。

処理開始60日後に、各温度当り、1果樹5株を水洗いしながら抜き取り、幹長、幹基部径(幹径)、葉数、地上部乾物重及び地下部乾物重を調査した。供試期間中の実験ガラス温室内の気温は第3表に示すとおりであった。鉢用土内中心部と地表面の温度を自動記録計で観測した。実験鉢用土内中心部の地温は設定温度±0.5°Cであったが、地表面は外気温の影響を若干うけた。

*玉川大学農学部 (Faculty of Agriculture, Tamagawa University)

第1表 供試材料と処理時期

Table 1. Experimental materials and periods for the experiment

種名 Species	一般名 Common name	和名 Japanese name	科名 Family	時期 Periods
<i>Passiflora edulis</i> Sims	Purple passion fruit	ムラサキクダモノ トケイソウ	<i>Passifloraceae</i>	I. 1986年4月17日～6月16日 April 17 to June 16, 1986
<i>P. e. f. flavicarpa</i> Deg. × <i>P. e.</i>	Passion fruit hybrid	クダモノトケイソウ 交雑系	<i>Passifloraceae</i>	I. 1986年4月17日～6月16日 April 17 to June 16, 1986 II. 1986年8月28日～10月25日 August 8 to October 25, 1986 III. 1987年11月8日 ～1988年1月7日 November 8, 1987 to January 7, 1988
<i>Malpighia emerginata</i> DC.	Acerola, West Indian cherry	アセロラ	<i>Malpighiaceae</i>	I. 1986年2月23日～4月24日 February 23 to April 24, 1986 II. 1986年4月17日～6月16日 April 17 to June 16, 1986 III. 1986年12月24日 ～1987年2月25日 December 24, 1986 to February 25, 1987

第2表 処理開始時の苗の大きさ

Table 2. Plant size in the time of the beginning of the treatment.

種名 Species	幹長 Trunk height	幹径 Trunk cross diameter	全重 Total fresh weight
	cm	mm	g
ムラサキクダモノトケイソウ <i>Passiflora edulis</i> Sims	5.6～6.8	1.2～1.4	0.25～0.39
クダモノトケイソウ交雑系 <i>P. e. f. flavicarpa</i> Deg. × <i>P. e.</i>	6.6～8.4	1.1～1.5	0.23～0.24
アセロラ <i>Malpighia emerginata</i> DC.	5.4～6.8	2.3～2.7	1.22～1.94

第3表 処理時期の実験ガラス室内気温

Table 3. Air temperature in the experimental periods in the glasshouse (°C)

種名 Species	処理時間 Periods	最高 Max.	最低 Min.	平均 Mean
ムラサキクダモノトケイソウ <i>Passiflora edulis</i> Sims	I	30.9	19.4	25.3
クダモノトケイソウ交雑系 <i>P.e.f. flavicarpa</i> Deg. × <i>P.e.</i>	I	30.9	19.4	25.3
	II	33.0	22.1	27.6
	III	27.0	17.4	22.2
アセロラ <i>Malpighia emerginata</i> DC.	I	29.8	17.3	23.6
	II	30.9	19.4	25.3
	III	27.9	17.1	22.5

結果と考察

各地温下における供試果樹の生育状況を第1図に示した。

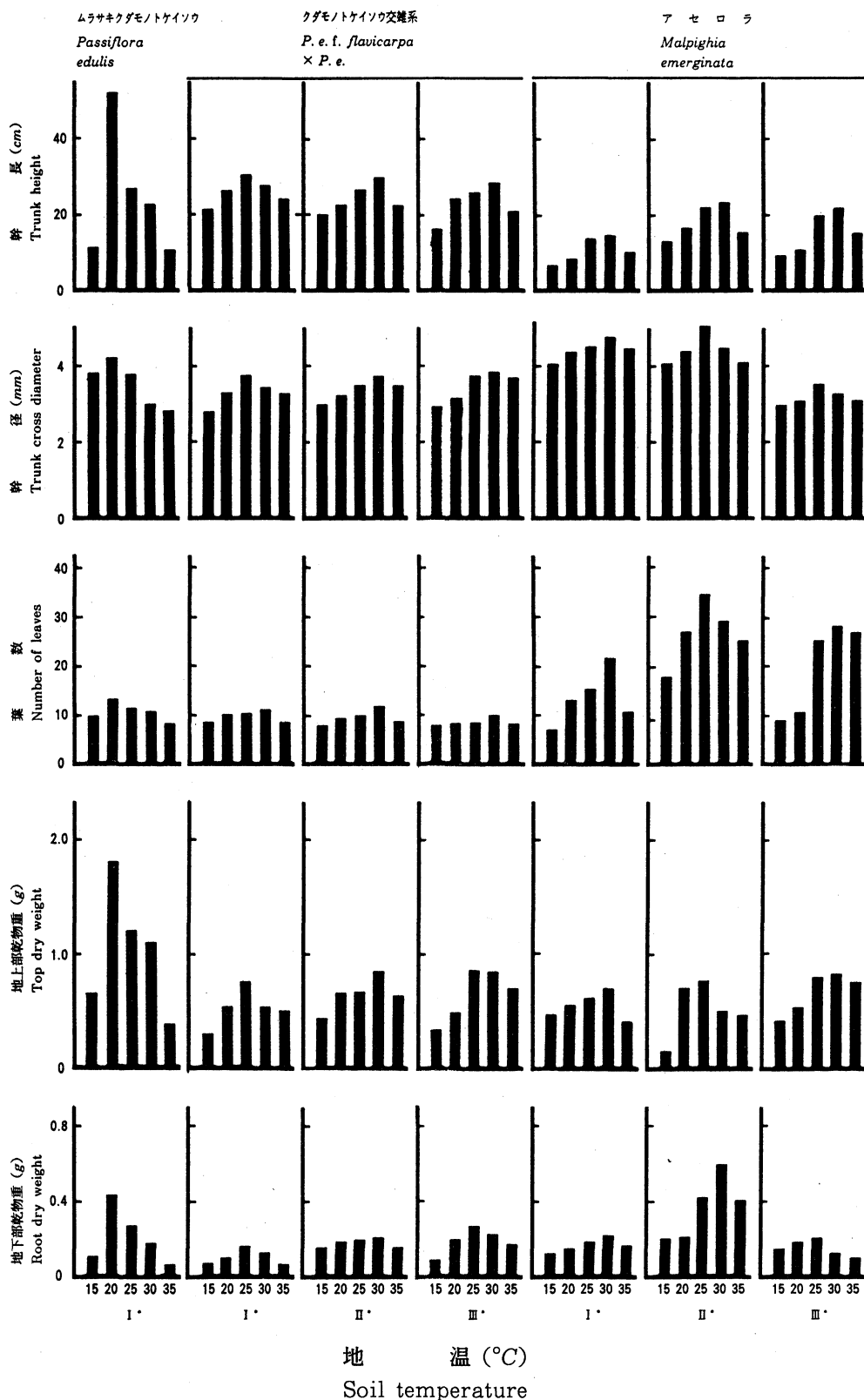
1. 樹種別生育状況

ムラサキクダモノトケイソウ：各形質とも最大値は20°C区でえられ、処理温度が高まるにつれて減少し、最小値は35°C区で観察された。葉数を除く各形質では地温の影響が顕著にみられた。葉色は第2図に示すように20°及び25°C区では濃緑色、30°C区では薄緑色、15°及び35°C区は黄緑色を呈した。根色は15°C区は白色、20°C区は基部側がわずかに褐色、35°C区はほぼ褐色を呈し、地温が高くなるにつれ褐色度が増加することが観察された。

以上の各形質にみられる傾向は、前報¹⁾の1～3月つまり冬季における試験結果と全く同様であった。

クダモノトケイソウ交雑系：6月調査材料（I処理時期）では、極めて地温区間差の小さかった葉数を除いた各形質の最大値は25°C区であったが、各地温区間の差は比較的小さかった。最小値は15°C区で認められた。10月調査材料（II処理時期）では、各形質とも最大値は30°C区、最小値は地下部乾物重のみが35°C区で、他の形質は15°C区で認められた。1月調査材料（III処理時期）では、幹長、幹径及び葉数の最大値は30°C区、地上部及び地下部乾物重の最大値は25°C区、各形質の最小値は15°C区で認められた。葉色は各時期とも、15°C区は黄緑色、20°及び35°C区は薄緑色、25°C及び30°C区は緑色を呈した。根色はムラサキクダモノトケイソウ程明瞭な地温区間差はみられなかったが、概して15°及び20°C区は基部側が僅かに褐色、25°C区は白色、30°C区は基部側1/2位が薄褐色、35°C区は薄褐色を呈した。

以上各形質とも、I処理時期は25°C区、II、III処理時期は30°C区で最大値がみられたが、いずれも地温区間差は比較的小さく、特に、気温差のあるII処理時期とIII処理時期で同様の傾向がみら



第1図 生長に及ぼす地温の影響

Fig. 1. Effects of the soil temperature upon the growth of the tropical fruit trees.

* : 処理時期を示す, 数字は第1表の処理時期を示す

* : The numbers are corresponding to the period figures in Table 1.



第2図 ムラサキクダモノトケイソウ（上）とアセロラ（下）の生長に及ぼす地温の影響

Fig. 2. Effects of the soil temperature upon the growth in purple passion fruit, *Passiflora edulis* Sims (above) and acerola, *Malpighia emarginata* DC. (below).

両図とも地温は左より15°, 20°, 25°, 30°, 35°C

The soil temperatures on the respective figures, from left to right, are 15°, 20°, 25°, 30° and 35°C.

れた。このことから、この程度の気温の差異が地温反応のパターンに大きく影響することは考えられないものと思われる。

アセロラ：4月調査材料（Ⅰ処理時期）では、各形質の最大値は30°C区、最小値は地上部乾物重は35°C区、他の各形質は15°C区で認められた。6月調査材料（Ⅱ処理時期）では、幹長及び地下部乾物重の最大値は30°C区、幹径、葉数及び地上部乾物重の最大値は25°C区でえられた。各形質の最小値は15°C区で認められた。2月調査材料（Ⅲ処理時期）では、幹長、葉数及び地上部乾物重の最大値は30°C区、幹径及び地下部乾物重の最大値は25°C区で認められたが、25°と30°C区との差は小さかった。地下部乾物重の最小値は35°C区、他の形質の最小値は15°C区で認められた。

葉色は各処理期とも15°C区では黄緑色、20°C区ではやや薄緑色、25°、30°、35°C区では濃緑色を呈した。根色は全地温区をとおして大差なく、全般的に基部側がわずかに褐色で、ほかは白色を呈した（第2図）。地下部乾物重は特に15°C区において小であった。ここでも、各形質とも全般的に25°及び30°C区でピークを示し、クダモノトケイソウ交雑系の場合と同じく生育時期別差異は認められなかった。

2. 形質別生育状況

幹長：ムラサキクダモノトケイソウでは、20°C区が最大であったが、クダモノトケイソウ交雑系及びアセロラではほぼ25°、30°C区でピークがみられた。一方、ムラサキクダモノトケイソウでは35°C区、他の2種では15°C区における栄養生長は小さかった。

幹径：ムラサキクダモノトケイソウでは地温の影響がみられたが、他の2種では幹長と同様の傾向を示し、地温区間の変動は小さかった。

葉数：アセロラにおいては15°C区で低地温による生長抑制がみられたが、他の種では明らかな変動はみられなかった。

地上部乾物重：ムラサキクダモノトケイソウの地温区間差は大で、最大値は20°C区であった。他の2種では15°C区の低地温による生長抑制が顕著にみられたが、他の地温区間の変動は小さかった。

地下部乾物重：ムラサキクダモノトケイソウ及びクダモノトケイソウ交雑系の各地温区間における生長は地上部乾物重のそれとほぼ同様の傾向を示した。アセロラはⅡ処理時期において30°C区をピークに明瞭な区間差がみられた。ただしこの点に関してはこの処理期だけのものかどうか今後追試して検討したい。

以上の形質別生育状況に着目した場合、全体的に最も地温反応が大であった種は比較的耐低温性のムラサキクダモノトケイソウであったこと、一方、25°C区以上では大差ないものの、20°C区以下の低温抑制が顕著に表われたのは高温要求型のアセロラであったことが注目される。

一般に、地温を高めることで、植物の栄養生長は旺盛になるが、温度範囲は種により異なることが、パパイヤ¹²⁾、バンジロウ^{11,19)}、柑橘^{9,10,14)}、ブドウ^{13~16)}、トマト^{4,8,18)}、キュウリ^{5,6,21)}、イネ²⁰⁾で明らかにされている。

ムラサキクダモノトケイソウでは地温20°C区の栄養生長促進への影響が大きく、地温35°C区のそれは最も小さい。

クダモノトケイソウ交雑系の母系キイロトケイソウは熱帯低地適応種^{1~3)}、父系のムラサキクダモノトケイソウは低温生長型である¹¹⁾。交雑系は3処理時期の各形質が最大値を示す地温は全て一

致しないが、おおむね地温25°C区での生長は大きく促進され、次いで地温30°C区が大であった。

アセロラは実験期を異にした場合、各形質の生長促進への影響は地温30°C区で大きく、25°C区がこれに類似した。各地温下における栄養生長の傾向は各処理期とも類似している。また、処理期の異なる既報¹⁾の結果とも一致している。根の活性が地温条件により異なり、高温では呼吸活性の低下²⁾や生育阻害物質の生成²⁾による生長への影響、15°C区または35°C区では他の地温区より根の褐色化がみられたことから水分吸収の低下²⁾等がおこり、栄養生長に影響したものと思われる。

本実験での異なる処理期における各地温と栄養生長との関係を樹種ごとに総合すると、第1図で明らかなように、低温側で生長量の大きいムラサキクダモノトケイソウ、高温側で生長量の大きいアセロラ及び中間的な温度で生長量の大きいクダモノトケイソウ交雑系に分けられる。

各樹種のもつ各地温下における栄養生長への反応は少なくとも南九州の風土においては、生育時期の差異によって乱されることはないものと推定された。

摘 要

熱帯性果樹類の生長に及ぼす栽培時期と地温の影響を明らかにするために実験を行った。樹種はムラサキクダモノトケイソウ Purple passion fruit, *Passiflora edulis* Sims, クダモノトケイソウ交雑系 Passion fruit hybrid, *P.e.f. flavicarpa* Deg. × *P.e.* およびアセロラ *Acerola*, *Malpighia emarginata* DC. を供試した。15° から35°Cまで5°C間隔で水温を調節した5段階の恒温水槽内に実生又はさし木苗を植えたプラスチックポットを置き、実験開始60日後に幹長、幹径、葉数、地上部乾物重及び地下部乾物重を調査した。

1. 地温は各樹種の栄養生長に顕著な影響を与えた。
2. 生長好適地温はムラサキクダモノトケイソウでは20°C位、クダモノトケイソウ交雑系では25°C位、アセロラでは30°C位であった。
3. 生長の最も抑制された地温はクダモノトケイソウ交雑系及びアセロラは15°C位、ムラサキクダモノトケイソウでは35°C位であった。
4. 実験期を異にした場合でも、各地温下における生長量はほぼ同様なパターンを示した。

文 献

- 1) Akamine, E. K., R. A. Hamilton, T. Nishida, G. D. Sherman, W. B. Storey, W. Y. J. Yee and T. N. Shaw. 1956. Passion fruit culture in Hawaii. Univ. of Hawaii Ext. Cir. 345 : 7-23.
- 2) Anon. 1936. The culture of granadillas (*Passiflora edulis*). The Eastern African Agricultural Journal March : 383-386.
- 3) Anon. 1967. Passion fruit and granadillas. Queensland Agricultural Journal March : 130-141.
- 4) Cooper, A. J. 1973. Influence of rooting-medium temperature on growth of *Lycopersicon esculentum*. Ann. appl. Biol. 74 : 379-385.
- 5) 藤井健雄・伊東 正・椎名不二男・湊 完爾. 1962. 果菜栽培温度に関する研究(1), トマト, キウリの育苗における気温, 地温の影響について. 千葉大園学報 10 : 59-70.

- 6) 藤井健雄・伊東 正, 1962. 果菜栽培温度に関する研究(2), ビニールハウス定植時の気温, 地温がトマト, キウリの発育に及ぼす影響について. 千葉大園学報 10 : 71-79.
- 7) 藤重宣昭. 1976. トマトの生育に及ぼす根温の影響, 気孔の開閉ならびに葉内水分含量の変化について. 園学要旨 昭46秋 : 140-141.
- 8) 藤重宣昭・杉山直儀. 1967. トマトの生育に及ぼす根温の影響. 花芽分化と果実生産への影響. 園学要旨 昭42秋 : 148-149.
- 9) Ingram, D. L. and D. W. Buchanan. 1984. Lethal high temperature for roots of three citrus rootstocks. Amer. Soc. Hort. Sci. 109 : 189-193.
- 10) Ingram, D. L. 1986. Critical high root-zone temperature for container-grown citrus. Proc. Fla. State Hort. Soc. 99 : 214-217.
- 11) 石畑清武・水野宗衛. 1987. 熱帯果樹の生長に及ぼす地温の影響. 1. 栄養生長にみられる樹種間差異について. 鹿大農場研報 12 : 13-20.
- 12) 門田寅太郎. 1959. 蔬菜の幼根の生長に対する主要温度の研究. 高知大農研報 8 : 1-95.
- 13) Kliewer, W. M. 1975. Effect of root temperature on bud break, shoot growth, and fruit-set of 'Cabernet Sauvignon' grape vines. Amer. J. Enol. Viticul. 28 : 82-89.
- 14) 久保田尚浩・島村和夫. 1984. 加温時期の異なるブドウ 'マスカット・オブ・アレキサンドリア' の発芽, 新梢生長及び花穂発育に及ぼす地温の影響. 園学雑 53(3) : 242-250.
- 15) 久保田尚浩・新田尚美・江川俊之・島村和夫. 1986. 加温期の異なるブドウ 'マスカット・オブ・アレキサンドリア' の生育と内生生長物質に及ぼす地温の影響. 岡山大農学報 67 : 1-9.
- 16) 久保田尚浩・柳沢穰治・島村和夫. 1987. 12月から加温したブドウ 'マスカット・オブ・アレキサンドリア' の成木の発芽, 新梢生長及び花穂発育に及ぼす地中加温の効果. 園学雑 56(1) : 16-23.
- 17) 森田義彦・板倉 勉・築取作次. 1956. 冬の地温が柑橘台木の生育に及ぼす影響について. 園学雑 24 : 222-226.
- 18) Phatak, S. C., S. C. Wittwer and F. G. Teubner. 1966. Top and root temperature effects on tomato flowering. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 88 : 527-531.
- 19) Reddy, Y. N. 1975. Bottom heat—a new technique for rooting hardwood cutting of tropical fruit. Current Science 44 : 444-445.
- 20) 植木健至. 1966. 暖地における水稻生育に及ぼす灌漑水温の影響. VI. 栄養生長に及ぼす昼夜水温の影響, 一特に栽培時期の移動に伴なう気温の変化との関連において—. 日作紀 35 : 8-12.
- 21) 山崎肯哉・岡部勝美. 1970. 水耕養液温がキュウリ品種の生育と養分吸収に及ぼす影響. 園学要旨 昭45春 : 188-189.
- 22) 吉田武彦. 1966. 根の活力測定法. 土肥誌 37 : 63-68.

Summary

This Study was carried out to ascertain some effects of the cultivation period and soil temperature upon the growth of the purple passion fruits, *Passiflora edulis* Sims, passion fruit hybrid, *P. e. f. flavicarpa* Deg. × *P. e.* and acerola, *Malpighia emerginata* D C.

Plastic-potted young trees consisting of seedlings or of cuttings were treated for 60 days with soils having different temperatures ; 15° , 20° , 25° , 30° , $35^{\circ}C$, respectively, by being submerged into constant-temperature water bath.

Investigations were carried out on the following items : trunk height ; cross diameter of trunk ; number of leaves ; dry weight of top and that of root.

1. Effects of soil temperature upon the growth were observed obviously on the tops and the roots of the respective species.

2. The optimal temperature for the most vigorous growth of purple passion fruit was fixed to be about $20^{\circ}C$; that for passion fruit hybrid was about $25^{\circ}C$, while that for acerola was about $30^{\circ}C$.

3. The soil temperatures inhibiting the growth of passion fruit hybrid and acerola were fixed to be about $15^{\circ}C$, while those inhibiting the growth of the purple passion fruit was about $35^{\circ}C$, respectively.

4. Concerning the effects of the different soil temperature upon the growths in the different cultivation periods, almost the same growth-patterns were observed in the respective species.