

## 熱帯果樹の生長に及ぼす地温の影響

### 4. パパイアおよびゴレンシの生長に及ぼす 栽培時期と地温の影響

石畑清武・野村哲也・水野宗衛\*

(1991年9月18日 受理)

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

### 4. Effects of the Growing Season and the Soil Temperature upon the Growth of Papaya and Carambola

Kiyotake ISHIHATA, Tetsuya NOMURA and Sōei MIZUNO\*

#### 緒 言

食生活の多様化がすすみ、わが国でも各種の温帯果樹類のほか熱帯・亜熱帯果樹類の果実類が生産、販売されるようになった。熱帯・亜熱帯果樹類は施設栽培が必要であり、その適正な温度管理が求められている。著者ら<sup>5-7)</sup>は第1報において、シャカトウ、アセロラ、パパイア、ゴレンシ、グアバおよびムラサキクダモノトケイソウの苗の栄養生長に及ぼす地温の影響について調査し、生長に好適な地温および生長抑制の地温が果樹の種類により異なることを明らかにした。更に、第2、3報において、クダモノトケイソウ(3種)、アセロラ、グアバおよびマンゴー苗について調査し、年間において栽培時期を異にした場合でも、生長に対する地温反応のパターンには変化がみられないことを報告した。本実験では新たにパパイアおよびゴレンシを供試し、栽培時期および地温を異にした場合の栄養生長のパターン差異について検討した。

本研究の遂行にご協力いただいた鹿児島大学農学部指宿植物試験場福留紘二、福村和則両技官に謝意を表す。

#### 材料と方法

パパイア *Papaya*, *Carica papaya* L. およびゴレンシ *Carambola* (Star Fruit), *Averrhoa carambola* L. を供し、1986年1月から1990年12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。両果樹とも実生2~3カ月の苗を用いた。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。ポリエチレン製6号懸がい鉢に砂と鹿沼土(粗粒)を1:1に混合して用土とし、1鉢当り苗5株を植え、鉢植え2週間後ガラス温室内に設置した土壌恒温槽内に材料を置いた。地温は15°, 20°, 25°, 30°および35°Cに設定し、栽培管理法などは

\* 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 seasons for the experiments

種名 Species	一般名 Common name	和名 Japanese name	科名 Family name	時期 Season
<i>Carica papaya</i> L.	Papaya	パパイア	Caricaceae	I. 1986年1月29日～3月29日 Jan. 29～Mar. 29, 1986
				II. 1987年7月2日～8月29日 Jul. 2～Aug. 29, 1987
				III. 1988年9月15日～11月15日 Sep. 15～Nov. 15, 1988
				IV. 1988年11月11日～1989年1月10日 Nov. 11, 1988～Jan. 10, 1989
<i>Averrhoa carambola</i> L.	Carambola (Star Fruit)	ゴレンシ	Oxalidaceae	I. 1987年1月21日～3月22日 Jan. 21～Mar. 22, 1987
				II. 1987年5月1日～6月30日 May 1～Jun. 30, 1987
				III. 1989年7月16日～9月14日 Jul. 16～Sep. 14, 1989
				IV. 1989年10月21日～12月20日 Oct. 21～Dec. 20, 1989

第2表 処理開始時の苗の測定値

Table 2. Plant sizes at the beginning of the treatment

種名 Species	調査個体数 Number of plants examined	幹長 Stem height	葉数 Number of leaves	全重 Total fresh weight
		<i>cm</i>		<i>g</i>
パパイア <i>Carica papaya</i> L.	25	5.75±0.24*	2.25±0.26*	0.55±0.04*
ゴレンシ <i>Averrhoa carambola</i> L.	25	3.30±0.28*	1.05±0.07*	0.37±0.02*

\* : 標準偏差

\* : Standard deviation.

すべて既報<sup>5-7)</sup>と同じ方法で行った。

各処理時期ともに処理開始60日後に、各温度区当り、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、地上部乾物重およ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測定した。実験鉢用土内中心部の地温は設定温度±0.5℃以内であったが、地表面は外気温の影響をうけ若干変動した。

第3表 処理期間中のガラス室内気温

Table 3. Maximum and minimum air temperatures (°C) in the glasshouse during experimental seasons

種名 Species	処理時期 Season	最高 Max.	最低 Min.	平均 Mean
パパイヤ <i>Carica papaya</i> L.	I	30.1	16.2	23.2
	II	35.6	23.2	29.4
	III	27.5	16.8	22.2
	IV	21.3	16.7	19.0
ゴレンシ <i>Averrhoa carambola</i> L.	I	23.1	16.8	20.0
	II	29.9	23.0	26.5
	III	34.9	26.3	30.6
	IV	23.5	17.1	20.3

### 結果と考察

供試した各果樹の各地温下における生育状況を第1図に示した。

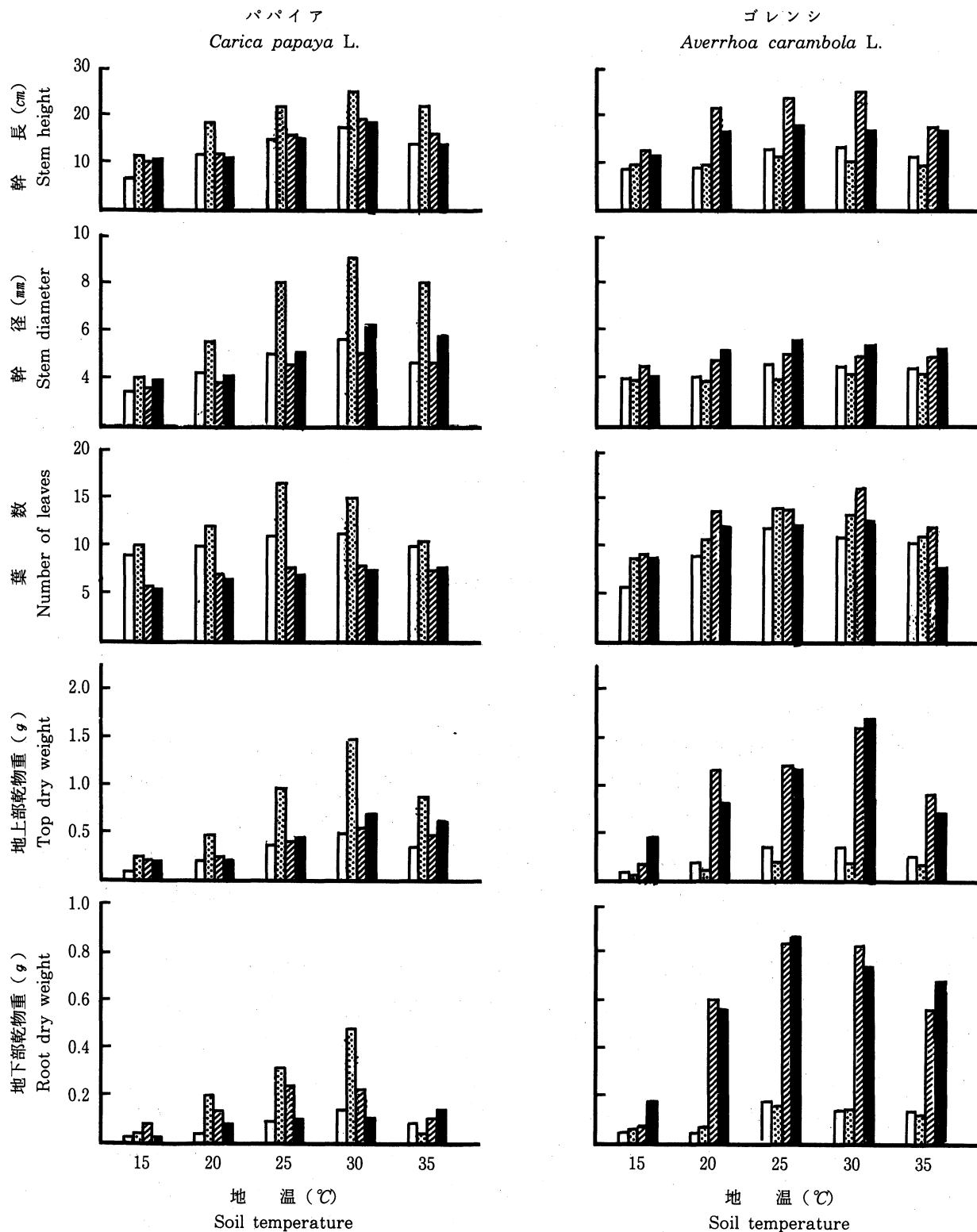
#### 1. 樹種別生育状況

パパイヤ：3月調査材料（処理時期Ⅰ：冬期処理）では、各形質の最大値は30℃区で観察された。最小値は各形質とも15℃区で観察された。8月調査材料（処理時期Ⅱ：夏期処理）では、最大値は葉数は25℃区、他の各形質は30℃区、最小値は15℃区で観察された。11月調査材料（処理時期Ⅲ：秋期処理）では、最大値は地下部乾物重は25℃区、他の各形質は30℃区で、最小値は15℃区で観察された。1月調査材料（処理時期Ⅳ：初冬処理）では、最大値は各形質とも30℃区、最小値は15℃区で観察された。

葉色（第2図）は各処理時期とも、15℃区は黄緑色、20℃区はやや薄緑色、25および30℃区は緑色、35℃区はやや濃緑色を呈した。根色は細根に特徴がみられ、15℃区は灰白色、20℃区は薄灰白色、25℃区は白色、30℃区は褐色がかった白色、および35℃区は薄褐色を呈し、ムラサキクダモノトケイソウ<sup>®</sup>およびグアバ<sup>®</sup>の場合とやや類似した根色がみられた。

以上をまとめると、処理時期にもかかわらず最大値の多くは30℃区、ついで25℃区でみられた。最小値は各形質とも各処理時期15℃区でみられ、ついで20℃区であった。処理時期Ⅱは各形質の生長が他の処理時期よりややよかったが、各地温区間の生長への影響は他の処理時期と類似していた。このようなことから、時期あるいは気温の差異がパパイヤ栄養生長における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。

ゴレンシ：3月調査材料（処理時期Ⅰ：冬期処理）では、最大値は各形質とも25℃区、各形質の最小値は15℃区で観察された。6月調査材料（処理時期Ⅱ：初夏処理）では最大値は幹長、地上部および地下部乾物重は25℃区、他の各形質は30℃区、最小値は15℃区で観察された。9月調査材料（処理時期Ⅲ：夏期処理）では、最大値は地下部乾物重は25℃区、他の各形質は30℃区で、各形質の最小値は15℃区で観察された。12月調査材料（処理時期Ⅳ：秋期処理）では、最大



第1図 パパイア (左) およびゴレンシ (右) の栄養生長に及ぼす栽培時期と地温の影響  
 グラフは第1表の処理時期を示す。

□ : I, ▤ : II, ▨ : III, ■ : IV

Fig. 1. Effects of the growing season and the soil temperature upon the growth of papaya (left) and carambola (right).

Columns indicate the seasons of the treatments as in Table 1.

□ : I, ▤ : II, ▨ : III, ■ : IV



第2図 パパイヤ（上）およびゴレンシ（下）の栄養生長に及ぼす地温の影響  
両図とも地温は左より、15°、20°、25°、30°、35℃。

Fig. 2. Effects of the soil temperature upon the growth in papaya, *Carica papaya* L. (above) and carambola, *Averrhoa carambola* L. (below). The soil temperatures of the respective figures, from left to right, are 15°, 20°, 25°, 30° and 35°C.



値は葉数および地上乾物重は30℃区、他の各形質は25℃区、各形質の最小値は15℃区で観察された。

葉色は各処理時期とも15℃区では黄色、20℃区では黄緑色、25℃区は緑色、30℃区は濃緑色、35℃区では薄緑色を呈した。根色は15℃区は黒褐色、20℃区はやや褐色、25℃区は黒色、30℃区は褐色、および35℃区は薄褐色を呈した(第2図)。

以上4回の処理時期を通して各形質の生長についてみると、全般的に25℃区および30℃区でピークを示したが、両地温区間の生長の差は比較的小さかった。各形質の最小値は15℃区で認められた。したがって、グレンシでもパパイヤと同様栽培時期あるいは気温の差異が栄養生長における地温反応のパターンに大きく影響することは認められなかった。

## 2. 形質別生育状況

**幹長：**パパイヤおよびグレンシとも最大値は30℃区で多く、ついで25℃区で観察された。一方、最小値は15℃区で観察されたものの栄養生長への影響は小さかった。しかし、両種とも地温による生長に差異がみられた。

**幹径：**パパイヤの幹肥大への地温の影響はやや大きく、最大値は30℃区でみられた。一方、グレンシの幹肥大への地温の影響は小さく、あえて示すと最大値は25℃区又は30℃区でみられた。両種とも15℃区の生長は最も小さかった。パパイヤの処理時期Ⅱ(夏期処理)では各地温区とも他の3処理時期の場合より肥大はややよかったが、30℃をピークに、ついで25℃で、生長のよい生長反応パターンは他の3処理時期と類似していた。

**葉数：**パパイヤの最大値は25℃区が多く、ついで30℃区でみられたが、両地温区間の差は小さい。最小値は15℃区でみられた。グレンシの最大値は30℃区で多く、ついで25℃区でみられた。一方、低地温では展葉数は少なく、各処理時期の最小値は15℃区であった。

**地上部乾物重：**パパイヤおよびグレンシともに各地温の影響は大きく、最大値はパパイヤは30℃区、ついで25℃区、グレンシは25℃区、ついで30℃区であった。最小値はパパイヤおよびグレンシとも各処理時期15℃区でみられ、低地温での生長への影響が認められた。

**地下部乾物重：**パパイヤおよびグレンシの栄養生長に及ぼす各地温の影響は大きく、最大値はパパイヤは30℃区、ついで25℃区、グレンシは25℃区、ついで30℃区でみられた。最小値は両種とも各処理時期15℃区であった。

生育に及ぼす形質別の各地温の影響をみると(第1図)、パパイヤおよびグレンシ両種とも地上部重および地下部重に対する影響が大きかった。両種とも各処理時期において25℃区および30℃区で生長は促進され、35℃区と20℃区で若干生長抑制効果がみられ、とくに15℃区で生長が緩慢であった。

植物の生育に適した地温の温度範囲は種により異なる。門田<sup>9)</sup>は、栄養生長の最適温度の高い種は温度上昇とともに高い生長を示し、栄養生長が最適温度と最高および最低温度に対して高い相関があることを報告している。ブドウについて久保田ら<sup>10-12)</sup>は、新梢生長の最適地温は27℃であるとし、またKLIEWER<sup>9)</sup>は、ブドウの地上部乾物重は20~30℃処理で大きくなり、それらと11℃又は35℃との間で有意差を認めている。COOPER<sup>1)</sup>は、トマトの全乾物重、地上部長および葉面積は25℃で最大となり、地温15℃で最も劣ったと報告している。一方、トマト<sup>2,3)</sup>およびキュウリ<sup>2-4)</sup>では、育苗中の地温はそれぞれ22℃および20℃、栽培中はそれぞれ14~16℃、14~18℃又は15~25℃が適温と報告されている。植木<sup>15)</sup>は、暖地における水稻の生育には水温25~29℃が有効

であることを認めている。

熱帯果樹については門田<sup>6)</sup>がパパイヤの発芽直後の実生苗を用い(実験期間3日)、根生長の最適地温は32℃であり、地温14℃では根の生長は最も抑制されたことを報告している。REDDY<sup>13)</sup>もグアバおよびマンゴーのさし木における発根と根の生長の最適地温は32℃位であると報告している。著者ら<sup>6,7)</sup>は、アセロラ、グアバおよびマンゴーが地温25℃および30℃、クダモノトケイソウ交雑系は25℃、ムラサキクダモノトケイソウが地温20℃において栄養生長がよいことを既に報告した。このように、果樹、稲等では地温は25~30℃の高温側で生長はよい。また、著者ら<sup>8)</sup>は、パパイヤの10月~12月(1985年)およびゴレンシの4月~6月(1985年)の期間で実験を行い、その結果、栄養生長はそれぞれ地温30℃および25℃で最大であると報告しており、本実験の季節を異にした4処理時期の結果はそれとほぼ一致するものであった。

以上のように、パパイヤおよびゴレンシは、おおむね地温30℃および25℃で生長が促進された。一方、両種とも30℃以上の高温になるほど根の褐色化がみられたことから、地温30~35℃、とくに35℃では25℃の場合より根の老化が早まり、根の活性の低下<sup>11)</sup>、養水分の吸収阻害<sup>10)</sup>が起り、栄養生長に影響したものと思われる。この現象は、熱帯果樹といえども、施設栽培で30℃以上の地温になった場合は高温障害の可能性を示す指針を与えたものといえる。本実験では恒温槽以外に対照区を設けていないが、熱帯地方の平均気温が26~27℃<sup>14)</sup>であることから推定しても、施設栽培では、施設内が35℃以上の高温にならないよう、とくに、地温は25℃前後に管理することが必要と思われる。本実験における、異なる処理時期における各地温と栄養生長の関係を総合すると、パパイヤおよびゴレンシ両種とも地温25℃から30℃の温度で栄養生長量が大きい果樹といえよう。

## 摘 要

熱帯性果樹類のうち、パパイヤ *Papaya*, *Carica papaya* L. およびゴレンシ *Carambola* (Star Fruit), *Averrhoa carambola* L. の栄養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。15℃から35℃まで5℃間隔で水温を調節した5段階の恒温水槽内に実生苗を植えたプラスチックポットを置き、処理時期をかえて栽培し、実験開始60日後に幹長、幹径、葉数、地上部乾物重および地下部乾物重を調査した。その結果は次のとおりである。

1. 処理時期を異にした場合でも、各地温下における生長量は25℃又は30℃をピークとしてほぼ同様なパターンを示した。
2. パパイヤおよびゴレンシの生長最適地温は25℃から30℃の範囲であった。とくに地下部の生長は、パパイヤでは地温30℃、ゴレンシでは25℃が最もよかった。
3. 栄養生長の最も悪い地温は、パパイヤおよびゴレンシとも15℃であった。

## 文 献

- 1) COOPER, A. J. 1973. Influence of rooting-medium temperature on growth of *Lycopersicon esculentum*. Ann. Appl. Biol. 74: 379-385.
- 2) 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.

- 3) 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.
- 4) 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.
- 5) 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.
- 6) 石畑清武・水野宗衛. 1989. 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およびアセロラの生長に及ぼす栽培時期と地温の影響. 鹿大農場研報. 14: 11-19.
- 7) 石畑清武・水野宗衛. 1991. 熱帯果樹の生長に及ぼす地温の影響. 3. グアバおよびマンゴーの生長に及ぼす栽培時期と地温の影響. 鹿大農場研報. 16: 1-8.
- 8) 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.
- 9) KLEWER, 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.
- 10) 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.
- 11) 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, 新梢生長および花穂発育に及ぼす地温の影響. 園学雑. 53 (3): 242-250.
- 12) 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, 新梢生長および花穂発育に及ぼす地中加温の効果. 園学雑. 56 (1): 16-23.
- 13) REDDY, Y. N. 1975. Bottom heat — a new technique for rooting hardwood cutting of tropical fruit. Current Science. 44: 444-445.
- 14) SAMSON, J. A. 1980. Tropical Fruit. Longman. London. 12-16.
- 15) 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, —特に栽培時期の移動に伴う気温の変化との関連において—. 日作紀. 35 (1, 2): 8-12.
- 16) 吉田武彦. 1966. 根の活力測定法. 土肥誌. 37: 63-68.

### Summary

This study was carried out in order to ascertain some effects of the growing season and the soil temperature upon vegetative growths of papaya, *Carica papaya* L. and carambola (star fruit), *Averrhoa carambola* L..

Young seedlings were grown for 60 days in different seasons at the plastic pots which were put in the water baths, supplied with the five degrees of temperatures, varying with the interval of 5°, namely 15°, 20°, 25°, 30° and 35°C, respectively.

The growths of the treated seedlings were measured concerning stem height, stem diameter, number of leaves, top and root dry weights, with the following results ascertained.

1. Regardless of the growing seasons, the seedlings responded to the respective soil temperatures similarly, showing its peak at 25°C or 30°C, respectively.



2. Papaya and carambola grew most vigorously within the soil temperatures from 25 °C to 30 °C, and the optimal soil temperatures fitting best for the root growing were 30 °C in papaya and 25 °C in carambola, respectively.

3. Both the vegetative growths of papaya and carambola were inhibited most at the soil temperature of around 15 °C.