

熱帯植物の生長に及ぼす地温の影響

—ヤシ科植物について—

石畑清武・野村哲也

(1993年9月20日受理)

Effects of the Soil Temperature upon the Growth of Some Tropical Plants

— On the Growth of Palms —

Kiyotake ISHIHATA and Tetsuya NOMURA

緒 言

1917年に指宿植物試験場が設置されて以来、指宿地方では多くの熱帯植物類が導入され、それらは施設及び露地で栽培されてきている。特に1950年代以降は観葉植物、庭樹及び街路樹としての利用が増加してきている。熱帯植物類を温帯地域で栽培する場合、低温期の気温及び地温が植物の生長にさまざまな影響を及ぼす。蔬菜類²⁻⁴⁾、水稻¹⁶⁾、果樹類⁵⁻¹⁴⁾に対する気温や地温についての報告はあるが、ヤシ科植物類についてのものは見られない。著者ら⁵⁻⁸⁾は既報において地温が熱帯果樹類の幼樹の栄養生長に大きく影響を及ぼすことを指摘し、気温の異なる時期に果樹を異なる地温条件下に置き、それらの生育を比較したところ果樹類の生長量に対する地温の影響はいずれの時期においてもほぼ同じ傾向であったことから、気温の異なる施設下の栽培であっても植物の生長は地温の影響を常にうけることを明らかにした。

本実験ではヤシ科のシンノウヤシ、ビンロウジ、コンコロール及びカンノンチクのそれぞれの苗について、それらの生育に対する地温の影響について検討を行なった。その結果、シンノウヤシでは実験時の気温が異なっても上述の熱帯果樹と同様に、地温に対する生長の反応はほぼ類似のパターンであったことから他の3種については1時期だけについてそれらの関係を検討した。

材料と方法

シンノウヤシ *Phoenix roebelenii* O'Brien, ビンロウジ *Areca catechu* Linn. コンコロール *Chamaedorea concolor* Mart. 及びカンノンチク *Rhapis excelsa* (Thunb.) Henryを供し、1987年1月から1988年11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。ポリエチレン製6号懸崖鉢に砂壤土と鹿沼土(粗粒)とを1:1に混合した土を充填し、1鉢当り苗5株を植え、鉢植え1~2週間後に、ガラス温室内に設置した土壤恒温槽(大起式土壤恒温槽DIK-6,400)内に材料を置いた。その供試材料と処理時期をTable 1に示し、実験開始時の苗の生育状態をTable 2に示した。

第1表 供試材料と処理時期

Table 1. Experimental materials and seasons of the experiments

種名 species	一般名 Common name	和名 Japanese name	時期 Season
<i>Phoenix roebelenii</i> O'Brien	Pigmy date palm	シンノウヤシ	I, 1987年1月23日～3月24日 January 23 to March 24, 1987
			II, 1987年5月21日～7月20日 May 21 to July 20, 1987
			III, 1987年7月26日～9月24日 July 27 to September 24, 1987
<i>Areca catechu</i> Linn.	Betel palm	ビンロウジ	1988年5月1日～6月30日 May 1 to June 30, 1988
<i>Chamaedorea concolor</i> Mart.		コンコロール	1988年10月21日～12月20日 October 21 to December 20, 1989
<i>Rhapis excelsa</i> (Thunb.) Henry	Lady palm	カンノンチク	1988年9月16日～11月15日 September 16 to November 15, 1988

第2表 処理開始時の苗の大きさ

Table 2. Plant sizes at the commencement of the treatment.

種名 Species	幹長 Stem height	草たけ Plant height	葉数 Number of leaves	全重 Total fresh weight
	cm	cm		g
シンノウヤシ <i>Phoenix roebelenii</i> O'Brien		15.12±0.25	1.33±0.04	7.10±1.45
ビンロウジ <i>Areca catechu</i> Linn.		5.11±1.02	1.62±0.06	23.25±2.54
コンコロール <i>Chamaedorea concolor</i> Mart.		18.95±1.31	1.54±0.11	8.13±1.24
カンノンチク <i>Rhapis excelsa</i> (Thunb.) Henry	7.57±0.12		2.85±0.14	25.00±2.48

シンノウヤシは指宿植物試験場産の実生苗（不完全葉1.3枚）を供し、1987年1月、5月及び7月の3時期に処理を行なった。ビンロウジ及びコンコロールは台湾及びメキシコからの輸入種子による実生苗（本葉1.6枚）、カンノンチクは指宿植物試験場産の株分け苗（筍）を供し、1988年5月から11月にかけて1時期の材料について実験を行なった。各実験とも恒温槽外での対照区は設定しなかった。土壤恒温槽の温度設定並びに栽培管理は既報⁵⁻⁸⁾と同じ方法で行なった。そして、処理開始後60日目に抜き取り、幹長（カンノンチクのみ）、草たけ、幹基部径（幹径）、葉数、地上部乾物重及び地下部乾物重を測定した。また同時に葉色及び根色の肉眼による観察を行なった。鉢用土の中心部と表面の温度並びに実験ガラス室内の気温は自記温度計で計測した。

結果と考察

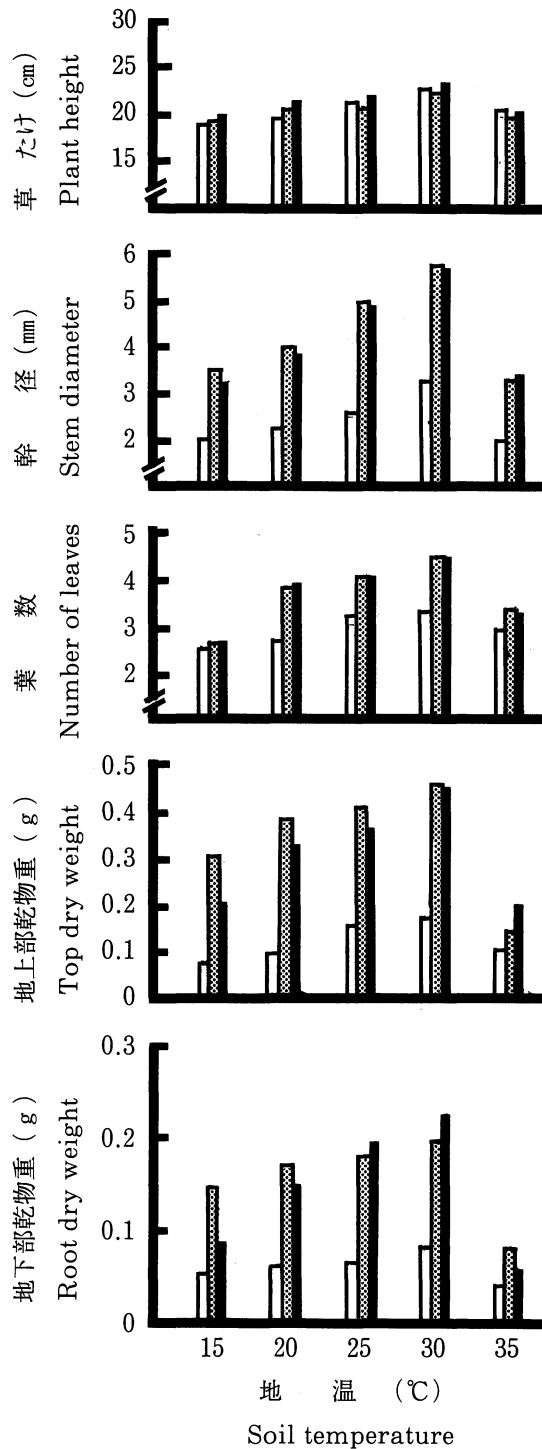
実験ガラス室内の気温はTable 3に示すとおりであった。用土の鉢中心部の地温はいずれの時期でも設定温度 ± 0.5 ℃であったが、地表面の温度は外気温の影響を受け、7～9月では設定温度 ± 2.1 ℃、その他の月では設定温度 ± 1.6 ℃であった。各地温下における供試植物の生育状況をFigs. 1, 2に示した。

第3表 処理時期の実験ガラス室内気温

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

種名 Species	処理時期 Season	最高 Max.	最低 Min.	平均 Mean
シンノウヤシ <i>Phoenix roebelenii</i> O'Brien	I	22.1	16.8	20.0
	II	30.1	24.0	27.1
	III	34.9	26.3	30.6
ビンロウジ <i>Areca catechu</i> Linn.		29.9	23.5	26.7
コンコロール <i>Chamaedorea concolor</i> Mart.		23.5	17.1	20.3
カンノンチク <i>Rhapis excelsa</i> (Thunb.) Henry		27.5	16.8	22.3

シンノウヤシ
Phoenix roebelenii O'Brien



第1図 シンノウヤシの栄養生長に及ぼす栽培時期と地温の影響。
棒グラフは第1表の処理時期を示す。

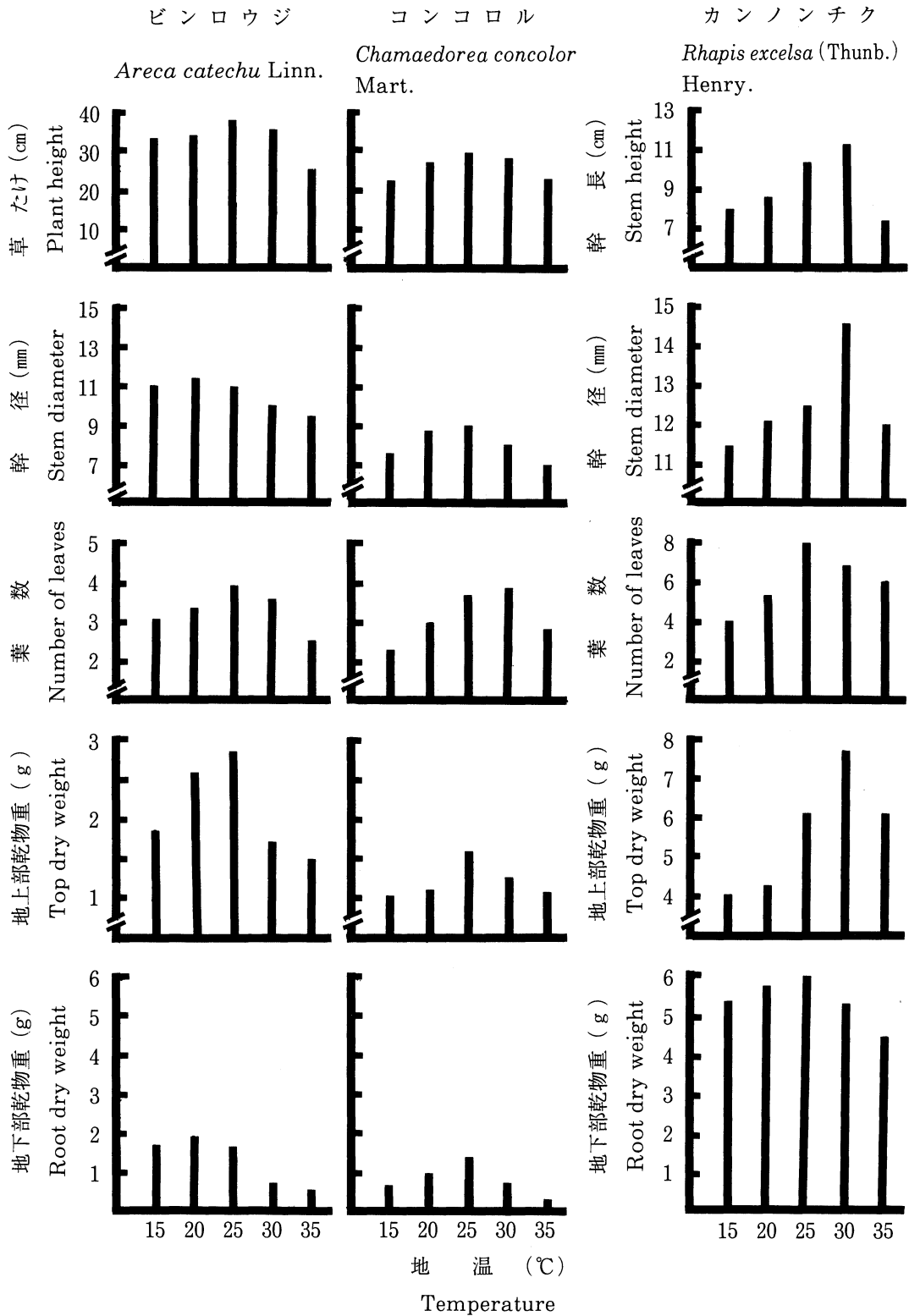
□ : I, ▨ : II, ■ : III.

Fig. 1. Effects of the growing season and the soil temperature upon the growth of pigmy date palm, *Phoenix roebelenii* O'Brien.

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

□ : I, ▨ : II, ■ : III.

ヤシ科植物の生長に及ぼす地温の影響



第2図 ビンロウジ、コンコロール及びカンノンチクの栄養生長に及ぼす地温の影響。

Fig. 2 Effects of the soil temperature upon the growth of betel palm, *Areca catechu* Linn., *Chamaedorea concolor* Mart. and lady palm, *Rhaps excelsa* (Thunb.) Henry.



第3図 シンノウヤシ（上）及びカンノンチク（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°C.

Fig. 3. Effects of the soil temperature upon the growth in pigmy date palm, *Phoenix roebelenii* O'Brien (above) and lady palm, *Rhaps excelsa* (Thunb.) Henry (below).

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

1. 樹種別の生育状況

シンノウヤシ：草たけ、幹径、葉数、地上部乾物重及び地下部乾物重 3 処理時期の材料とも 30℃ 区で各形質の測定値の最大値がえられ、一山型分布を示し、地温の低下及び上昇に伴って数値が漸減する傾向が認められた (Fig. 1)。そして草たけ、幹径、葉数及び地上部乾物重の最小値は 15℃ 区、地下部乾物重のそれは 35℃ 区でえられた。シンノウヤシは発芽後約 6 枚の不完全葉が発生してから本葉が発生する。本実験では不完全葉 1.3 枚の小さな苗に対する影響を見たものであるが、いずれの形質に対しても、地温区間の差は大きく、とくにそれは地上部及び地下部乾物重で顕著であった。葉色は Fig. 3 に示すように 15℃ 区は薄緑色、30℃ 区は濃緑色、35℃ 区は黄緑色を呈した。一方、根色は 15℃ 区は薄白色、30℃ 区は白色、35℃ 区は白黄色を呈し、15℃ 区より 30℃ 区まで地温が高くなるにつれ白色度が増加することが観察され、それらは、上述の測定値の区間の差異と符合するものであった。生長量に対する地温の影響は、地上部及び地下部の乾物重に大きく現れ、高温期の 5 月及び 7 月値に比べ、低温期の 1 月の値はわずかであったが、各形質の最大値はいずれも 30℃ 区、最小値は 35℃ 区で認められた。これらは既報と同様気温の差異が栄養生長のパターンに大きく影響しないことを示すものであった。

ビンロウジ：草たけ、葉数及び地上部乾物重の最大値は 25℃ 区、幹径及び地下部乾物重のそれは 20℃ 区で、最小値は各形質とも 35℃ 区でえられ、シンノウヤシのそれとはやや異なるものであった (Fig. 2)。葉色は 15℃ は薄緑色、20℃ 区及び 25℃ 区濃緑色、35℃ 区では黄緑色を呈した。根色は 15℃ 区では薄褐色、30℃ 区では茶褐色、35℃ 区では黄褐色であった。

コンコロール：草たけ、幹径、地上部および地下部乾物重の最大値は 25℃ 区、葉数のそれは 30℃ 区でえられた。最小値は草たけ、葉数および地上部乾物重では 15℃ 区、幹径及び地下部乾物重では 35℃ 区でえられた (Fig. 2)。葉色は 15℃ 区では緑色、30℃ 区では濃緑色、35℃ 区では黄緑色を示した。また、根色は 15℃ 区で薄褐色、30℃ 区で茶褐色、35℃ 区で黒褐色を呈した。

カンノンチク：葉数及び地下部乾物重の最大値は 25℃ 区、幹長、幹径及び地上部乾物重のそれは 30℃ 区でえられた。最小値は地下部乾物重では 35℃ 区で、他の各形質では 15℃ 区でえられた。葉色は 15℃ 区では薄緑色、25℃ 区及び 30℃ 区では緑色、35℃ 区では黄緑色を呈した (Fig. 3)。根色はとくに細根に特徴がみられ、15℃ 区では薄褐色、20℃ 区では根端側 1/2 位が白色、基部側では薄褐色、30℃ 区は根端側 1/3 位が白色で基部側では褐色、35℃ 区では根の生長が他の温度区より非常に劣り、根端近くのみが白色で、基部側では褐色を呈した。

2. 形質別生育状況

草たけ：シンノウヤシの最大値は 30℃ 区、ビンロウジ及びコンコロールのそれは 25℃ 区でえられ、最小値はシンノウヤシおよびコンコロールでは 15℃ 区、ビンロウジでは 35℃ 区でえられ、地温に対する反応は種によるわずかな差異が認められた (Fig. 1, 2)。シンノウヤシにおいて草たけの生長に対する気温差の影響はほとんど認められず、他の形質に対する影響とは大きく異なるものであった。

幹長：カンノンチクの最大値は 30℃ 区、最小値は 35℃ 区でえられ、各地温区間の生長の差は大であった (Fig. 2)。

幹径：最大値はビンロウジでは 20℃ 区、コンコロールでは 25℃ 区、シンノウヤシ及びカンノンチクでは 30℃ 区であり、最小値はシンノウヤシ及びカンノンチクでは 15℃ 区、ビンロウジ及びコンコロールでは 35℃ 区であった (Fig. 1, 2)。最適地温は種によって大きく異なり、ビンロウジの最適地温 20℃ は熱帯植物としては珍しい樹種といえよう。

葉数：最大値はビンロウジ及びカンノンチクでは 25℃ 区、シンノウヤシ及びコンコロールでは 30℃

区でえられた (Fig. 1, 2)。最小値はシンノウヤシ、コンコロール及びカンノンチクでは15℃区、ビンロウジでは35℃区であった。地温に対する反応のパターンに樹種間差異はほとんど認められなかった。

地上部乾物重：最大値はビンロウジ及びコンコロールでは25℃区、シンノウヤシ及びカンノンチクでは30℃区でえられ、最小値はシンノウヤシ、コンコロール及びカンノンチクでは15℃区、ビンロウジでは35℃区でえられた。シンノウヤシ、ビンロウジ及びカンノンチクの地温区間の差異は大であり、とくにビンロウジにおいて30℃区で生長が抑制されたことは熱帯植物としては例外的な特性といえよう。

地下部乾物重：最大値はビンロウジでは20℃区、コンコロール及びカンノンチクでは25℃区、シンノウヤシでは30℃区でえられた。最小値は各種とも35℃区でえられた (Fig. 1, 2)。

各形質に対する地温の影響を種間で比較すると、シンノウヤシ、コンコロール及びカンノンチクは30℃区及び25℃区での生長量が大であり、ビンロウジは25℃区及び20℃区で生長量が大であって、ビンロウジは他種よりも低温域で生長が促進される特性をもつ植物であるといえよう。

以上のように、シンノウヤシ、コンコロール及びカンノンチクは、おおむね地温30℃及び25℃で生長が促進された。また3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、根の活性化の低下¹⁷⁾、養水分の吸収阻害¹⁷⁾が起り、栄養生長に影響したものと考えられる。Brown¹⁾は熱帯・亜熱帯果樹では気温が10°~15℃以下になると細胞質膜のゲル化が起り、細胞の活性が低下することを報告しており、本実験において15℃区の地温で地下部のみでなく地上部の栄養生長が抑制された原因もこのような要因によるものと推定される。上述のような結果は、熱帯性のヤシ科植物といえども、施設栽培で30℃以上の地温になった場合は高温障害の起こる可能性があることを示唆したものといえる。熱帯地方の平均気温が26°~27℃¹⁵⁾であることから推定しても、施設栽培では、施設内が気温35℃以上にならないよう、とくに、地温は25℃前後に管理することが肝要な点であろう。

謝辞 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。

要 約

ヤシ科植物のシンノウヤシ *Phoenix roebelenii* O'Brien, ビンロウジ *Areca catechu* Linn. コンコロール *Chamaedorea concolor* Mart. 及びカンノンチク *Rhapis excelsa* (Thunb.) Henry 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又は株分け苗を植えたプラスチックポットを置き、実験開始60日後に草たけ、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。その結果は次のとおりである。

1. シンノウヤシでは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. コンコロール及びカンノンチクの生長好適地温は25℃から30℃、ビンロウジは20℃から25℃の範囲であった。
3. 栄養生長の最も抑制された地温はシンノウヤシ、コンコロール及びカンノンチクは15℃、ビンロウジは35℃であった。

文 献

- 1) Brown, B. I. : Temperature management and chilling injury of tropical and subtropical fruit. *Acta Horticulturae*. 175, 339-342 (1986)
- 2) Cooper, A. J. : Influence of rooting-medium temperature on growth of *Lycopersicon esculentum*. *Ann. Appl. Biol.*, 74, 379-385 (1973)
- 3) 藤井健雄・伊東 正・椎名不二男・湊 完爾：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 (1962)
- 4) 藤重宣昭・杉山直儀：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 (1967)
- 5) 石畑清武・水野宗衛：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 (1987)
- 6) 石畑清武・水野宗衛：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。鹿大農場研報，14, 11-19 (1989)
- 7) 石畑清武・水野宗衛：熱帯果樹の生長に及ぼす地温の影響 3. グアバ及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 (1991)
- 8) 石畑清武・野村哲也・水野宗衛：熱帯果樹の生長に及ぼす地温の影響 4. パパイア及びゴレンシ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 (1991)
- 9) 門田寅太郎：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 (1959)
- 10) Kliewer, W. M. : Effect of root temperature on bud break, shoot growth, and fruit-set of 'Cabernet Sauvignon' grape vines. *Amer. J. Enol. Viticul.*, 28, 82-89 (1975)
- 11) 久保田尚浩・新田尚美・江川俊之・島村和夫：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 (1986)
- 12) 久保田尚浩・島村和夫：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 (1984)
- 13) 久保田尚浩・柳沢穰治・島村和夫：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 (1987)
- 14) Reddy, Y. N. : Bottom heat — a new technique for rooting hardwoodcutting of tropical fruit. *Current Science*, 44, 444-445 (1975)
- 15) Samson, J. A. : *Tropical Fruit*. p. 12-16, Longman. London (1980)
- 16) 植木健至：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一。日作紀，35, 8-12 (1966)
- 17) 吉田武彦：根の活力測定法。土肥誌，37, 63-68 (1966)

Summary

This study was carried out to ascertaining some effects both of the growing season and the soil-temperature upon the growths of the following 4 kinds of Palms, namely : *Phoenix*

roebelenii O'Brien, *Areca catechu* Linn., *Chamaedorea concolor* Mart., and *Rhapis excelsa* (Thunb.) Henry.

The plastic-potted young trees consisting either of seedlings or of young shoot (ramet) and submerged in the constant-temperature water-bath were treated, for 60 days, with the soils supplied with 5 sorts of different temperatures with interval of 5°C, namely : 15°, 20°, 25°, 30° and 35°C, respectively.

Investigations were carried out on the following items, namely : stem height or plant height; cross diameter of stem; number of leaves; dry weight of top and that of root.

1. On the tops and the roots of the respective species some obvious effects of soil temperature upon the growths were observed.

2. Concerning the effects of the different soil temperatures upon the growths at the different growing seasons, almost similar growth-patterns were observed in the *Phoenix roebelenii* O'Brien, with the peaks shown at 25°C or 30°C.

3. The optimal soil-temperature ranges fitting for the most vigorous growth of *Phoenix roebelenii* O'Brien, *Chamaedorea concolor* Mart., and *Rhapis excelsa* (Thunb.) Henry, were fixed to be about 25°C~30°C, and those in case of the *Areca catechu* Linn. were about 20°C and 25°C.

4. The soil temperature inhibiting the growths was about 15°C in *Phoenix roebelenii* O'Brien, *Chamaedorea concolor* Mart., and *Rhapis excelsa* (Thunb.) Henry, and that was 35°C in *Areca catechu* Linn.