冬季の気温が落葉果樹の休眠に及ぼす影響 (第1報)

冬季が寒冷, 温暖, 高温な場合の柿, 桃, 梨幼樹の春季における展芽伸長について

吉 村 不 二 男

(高知大学農学部)

F. YOSHIMURA: Influence of winter temperature on the dormancy of some deciduous fruit trees. I. Studies on the bud-opening, shoot-development and root-growth with young trees of Japanese persimmon, peach and Japanese pear in the cases when it was cold, mild or warm in winter

1. 緒 言

高知の如き暖地では, 冬季に 15°C 以上の気温が続くことが屢々あり, 時には 20°C 前後にもなる。従つて, 高知では落葉果樹類の休眠が不完全となりがちであり, 年によつて, 桃, 梨樹の展芽期, 開花期が不揃となり, 遅滞することが少なく, 遂には生長量にも影響する。これらの事項に関連して, 筆者は冬季の気温を人工的に変え, 我国で栽培されている柿, 桃及び梨の主要品種につき, その幼樹の展芽伸長の状態を比較測定することにした。

この実験施行に当り, 種々御援助下さつた門田寅太郎教授に心より感謝する。

2. 実験材料及び方法

第1表 1954~1955 年の冬季の 20°C 室, 10°C 室, 0°C 室及び自然区の気温及び地温とその極温

区別 項目 月日	20°C 区		10°C 区		0°C 区		自 然 区	
	気 温	地 温	気 温	地 温	気 温	地 温	気 温	地 温
12月1日~10日	22.5(20.0)*	21.6(21.0)	12.4(9.0)	11.0(10.0)	-0.2(-0.3)	+0.0(-0.1)	13.7(3.7)	9.1(3.0)
11日~20日	23.1(21.0)	20.8(20.5)	9.7(8.0)	8.4(7.0)	-0.2(-0.4)	-0.0(-0.3)	7.8(-1.7)	5.0(1.0)
21日~31日	22.3(18.5)	20.9(20.5)	11.6(8.5)	8.7(8.0)	-0.5(-0.6)	-0.3(-0.4)	9.4(-0.9)	5.6(4.0)
1月1日~10日	21.7(20.0)	20.4(20.0)	8.0(7.0)	7.1(5.0)	-0.8(-1.0)	-0.6(-0.8)	5.3(-3.8)	2.5(0.5)
11日~20日	22.8(19.5)	21.6(19.5)	8.3(7.0)	7.6(5.0)	-0.8(-1.0)	-0.7(-1.0)	4.3(-5.5)	2.4(0.5)
21日~31日	23.4(23.0)	22.4(21.0)	10.6(8.0)	8.8(7.0)	-0.8(-0.9)	-0.8(-0.9)	6.4(-3.0)	3.9(1.5)
2月1日~10日	21.7(19.0)	20.6(20.0)	11.7(9.5)	10.9(9.7)	-0.7(-0.9)	-0.7(-0.8)	8.5(-1.5)	6.2(4.2)
11日~20日	22.6(18.0)	21.5(20.9)	11.0(8.5)	9.5(7.9)	-0.5(-0.7)	-0.3(-0.5)	7.3(-1.7)	5.4(1.5)
21日~28日	23.5(21.5)	22.4(22.1)	11.0(9.5)	10.4(5.8)	-0.3(-0.6)	-0.1(-0.4)	9.4(-5.3)	7.6(0.5)
3月1日~10日	21.9(19.5)	21.2(20.3)	12.5(9.5)	11.5(8.8)	-0.1(-0.3)	-0.1(-0.2)	10.7(0.0)	8.6(5.3)
11日~20日	22.2(21.5)**	18.9(15.0)	13.3(10.0)	14.3(8.0)	-0.0(-0.2)	-0.0(-0.1)	12.7(0.5)	9.3(5.0)
21日~31日	21.2(16.0)	17.5(14.0)	13.1(10.9)	14.6(13.8)	+0.1(-0.1)	+0.0(-0.1)	13.7(8.1)	11.4(10.3)
4月1日~10日	21.3(16.0)	17.6(15.0)					14.2(3.8)	12.9(9.0)
11日~20日	21.7(14.0)	18.6(15.5)					16.4(7.5)	17.2(10.5)
21日~30日	21.3(14.0)	18.9(16.0)					15.5(8.6)	16.6(12.5)
5月1日~10日	23.4(19.5)	20.0(16.5)					18.2(10.2)	18.6(14.5)
11日~20日	24.3(15.0)***	20.3(17.0)					19.2(11.3)	19.8(18.0)
21日~31日	25.7(16.5)	20.5(19.0)					19.9(13.0)	19.5(17.5)
6月1日~10日	23.9(17.5)	22.2(19.5)						20.7(18.0)

註 1. 気温は最高, 最低気温の平均, 地温は9時地温, いずれも旬間平均

2. * () は極温 ** 3月15日よりガラス室の気温及び地温

*** 5月10日より自然, 気温及び地温 (ガラス室南東側なるを以て自然区より暖い)

1956 年 6 月 28 日受理

第1図 冬季の気温が高温、温暖、寒冷な場合の柿、桃、梨樹の生長週期 (伸長量 cm/日)

区), 同じ期間 0°C 室に入れ後自然気温下に移した区 (冬季寒冷区), 冬季間中自然気温下においた区 (自然区), 12月2日より1月7日迄 (888時間) 連続して 10°C 或いは 0°C 室に入れ, 以後 20°C 室に移した区 (888時間温暖区, 同じく寒冷区), 12月2日より1月27日迄 (1368時間) 連続して 10°C 或いは 0°C 室に入れ以後 20°C 室に移した区 (1368時間温暖区, 同じく寒冷区) である。なお, 加温ガラス室の最低気温が, 3月15日に 15°C 以上になったので, 20°C 室の鉢をガラス室に移

し, また, 外気温の最低が5月10日に 15°C 以上になったので, 更にガラス室外に移した。展芽の状況, 数, 新梢の伸長量, 根箱のガラス面に接した根の伸長量の測定は 10日毎に行い3月以降は 15日毎である。6月9日に全材料を鉢より水洗法で拔取り, 秤量した。

実験期間中の 0°C, 10°C, 20°C の各室, 及び室外の気温, 及び各室の鉢土の表面下 10 cm の地温などの旬間平均温度及び旬間最低温度は第1表の如くである。

3. 実験結果

A. 地上部, 地下部の伸長状態

柿, 桃, 梨樹の新梢及び根箱のガラス面に接した根の1日平均伸長量 (cm) を図示すると第1, 2図の如くである。

即ち, 柿樹の場合にはいずれの区も, 地上部が先ず展芽し, 後に地下部が伸長しており, 自然気温下の生長週期の型のままで, 早く或いは遅くなるだけである。冬季の或期間寒冷にした場合, 柿樹の伸長開始期は夫々の温暖区より遅れ, 伸長期間がより短く, 特にその傾向は地上部において顕著である。なお寒冷に遭遇する時間の長いものは短いものより展芽が遅れ, 伸長期間が短い。

桃, 梨樹は柿樹と異なる。自然状態の桃樹は2月中旬より, 梨樹は3月1日頃より地下部が先ず伸長し始めて後, 桃樹が3月1日頃より, 梨樹が3月10日頃より展芽伸長する。これに対し, 冬季高温な場合には, 桃, 梨樹の芽は 12月下旬に動き始めて後に根が伸長し始める。即ち, 桃樹の根は1月上旬, 梨樹の根は1月中旬に伸長し始める。冬季温暖な場合には, 桃樹の根は1月10日頃に, 梨樹の根は1月下旬に伸長し始めるが, 伸長は緩慢である。しかし, 桃樹の根は2月下旬~3月上旬に, 梨樹の根は3月下旬に伸長を殆ど停止するが, 桃樹では3月中旬頃, 梨樹では3月下旬頃から再び活発に伸長する。冬季寒冷な場合には, 桃樹の頂部 10~20 cm が枯れ, 展芽伸長が抑制され, 自然状態のものより著しく遅れる。梨樹では, 自然状態のものと展芽期は異ならず, むしろ展芽がよく揃う。しかし, 地下部の伸長開始期が, 桃と同じく著しく遅れる。12月2日より 888時間, 1368時間, 連続して温暖な場合の桃樹の根は1月上~中旬, 梨樹の根は1月中~下旬に伸長するが, これらを 20°C 室に移すと, 直ちに地下部の伸長が活発となり, 旬日を經ず地上部も伸長する。しかして, 同時間数寒冷に遭遇したもののより夫々展芽期がおくれる。なお後者の桃, 梨樹

はいずれも一斉に揃って展芽し、従つて地上部の生長曲線が急カーブで上昇するが、地下部の伸長が低温（-1~0°C）のために相対的に遅れる。

B. 生長量の差異

実験期間中の地上部伸長量及び生体重増加量を示すと第2表の如くである。

即ち柿樹では、温暖区がいずれも夫々の寒冷区より生体重増加量も伸長量も共に多く、冬季中温暖な場合は自

然状態の柿樹の 101.4% の生体重増加量、117.3% の伸長量を示している。これに反し、冬季中寒冷な時は自然状態のもの 79.1% の生体重増加量、41.7% の伸長量である。桃樹、梨樹はいずれも寒冷区が温暖区より生育がよい。冬季中、温暖な場合、桃樹では自然状態のもの 79.9% の生体重増加量、66.8% の伸長量を示し、梨樹では 82.3% の生体重増加量、63.6% の伸長量を示すに過ぎない。冬季中寒冷な場合は桃樹の頂部が枯損して、自然状態のもの 88.6% の生体重増加量、94.4% の伸長量を示している。他方梨樹では、自然状態のもの 101.6% の生体重増加量、111.3% の伸長量を示している。

C. 展芽の状況

展芽期（最初の芽の鱗片が動き出した日）、展芽率（各個体の全芽数に対する展芽数の比数の平均）展芽所要日数（20°C 室及び自然状態に移してより、各個体の芽の鱗片が最初に動き出す迄の日数）展芽期間（各個体の芽の鱗片が動き始めてより最終の展芽率を示す迄の日数）及び展芽順序を示すと第3表の如くである。

展芽率：12月2日より 888 時間以上低温な場合には、柿、桃、梨樹ともに温暖な気温下のものより夫々展芽率が高い。夫々の温暖区と寒冷区との展芽率の差は、柿樹よりも桃、梨樹の方がより著しい。また、低温のために芽が枯死した桃樹を除いて、冬季を通じ寒冷な場合、柿、梨樹の展芽率は高知の自然気温下のものより高い。

展芽所要日数及び展芽期：柿樹では冬季の或期間寒冷であると、それだけ展芽伸長が抑制され、温暖な気温下のものより展芽に日数を要し、従つて展芽期が遅れる。その寒冷に遭う時間が 888 時間、1368 時間、1992 時間と長くなるほど、展芽抑制現象は著しい。また 12月2日より 18~23°C の高温下においたものは寒冷区に次いで展芽に日数を要している。桃、梨樹では冬季の或期間寒冷に遭うと展芽が促進され、温暖な気温下のものより展芽所要日数が短くなり、従つて展芽期が早くなる。しかし低温に遭う時間が 1992 時間の長期に及ぶと、桃、梨樹も展芽が遂に抑制され、展芽期が遅れるが、その傾向は桃樹に著しい。また温暖な気温でも 888 時間より 1368 時間曝した桃、梨の方が展芽所要日数が少ない。

展芽期間：柿樹では自然状態のものが展芽期間が最も短く、展芽が揃っている。冬季に寒冷な気温にさらさ

第2表 冬季の気温が柿、桃、梨樹の生育に及ぼす影響 地上部伸長量、生体重増加量の差異

項目 種類		区別	冬季の気温が高温、温暖、寒冷な場合				冬季の或期間、温暖、寒冷で以後気温が 18~23℃ の場合			
			自 然 区	12月2日 より	12月2日より2月23日まで 1992 時間、以後自然気温		12月2日より1月 27日まで 1368時 間	12月2日より1月 7日まで 888時間		
				高温区	温 暖 区 ・ 寒 冷 区		温暖区	寒冷区	温暖区	寒冷区
生量 体加 重増	柿 桃 梨	119.5 gr(100)	23.4 gr	121.1 gr(101.4)	83.3 gr(79.1)	138.7 gr	93.0 gr	60.1 gr	54.4 gr	
		23.3 (100)	0.5	26.6 (79.9)	29.5 (88.6)	22.0	29.0	12.5	16.0	
		43.6 (100)	-1.3	35.9 (82.3)	44.3 (101.6)	22.6	37.1	14.2	19.3	
地長 上量 部伸	柿 桃 梨	60.0cm(100)	101.6cm	70.4cm(117.3)	25.0cm(41.7)	102.9cm	52.3cm	109.6cm	58.6cm	
		58.8 (100)	17.7	39.3 (66.8)	55.5 (94.4)	29.8	47.8	20.7	38.1	
		44.3 (100)	10.3	28.0 (63.6)	48.3 (111.3)	19.0	36.3	12.8	30.5	

註 1. () は自然区を 100 とした比数 2. 高温とは気温が 18~23°C, 温暖とは気温が 8~11°C, 寒冷とは気温が -1~0°C

第3表 冬季の気温が柿、桃、梨樹の展芽に及ぼす影響
展芽率、展芽期、展芽所要日数、展芽期間、展芽順序の差異

区別 種類		冬季の気温が高温、温暖、寒冷の時					冬季の或期間、温暖、寒冷で以後の気温 が 18~23℃ の時			
		自然区	12月2日より 気温18~23℃	12月2日より2月23日 まで 1992 時間、以後 自然気温			12月2日より1月27日 まで 1368 時間		12月2日より1月7日 まで 888 時間	
			高温区	温暖区	寒冷区	温暖区	寒冷区	温暖区	寒冷区	
項目										
展芽率 (%)	柿	41.4% (100)*	12.6% (34.6)	34.4% (94.5)	43.8% (103.0)	27.4% (75.3)	32.1% (88.2)	22.9% (62.9)	30.9% (84.9)	
	桃	49.7(100)	8.3(16.7)	38.2(76.9)	48.4(97.4)	30.1(56.3)	42.8(86.1)	20.8(42.1)	41.8(84.1)	
	梨	66.2(100)	14.4(21.8)	52.1(78.7)	79.4(119.9)	39.4(59.5)	62.9(95.0)	35.5(53.6)	61.5(92.9)	
展芽期 (月・日)	柿	月日 2・28 3・5	月日 12・28 12・25	月日 2・16 3・14	月日 3・15 3・9	月日 2・11 2・7	月日 2・16 2・4	月日 1・23 1・23	月日 1・24 1・21	
	桃									
	梨									
展芽所要 日数(日)	柿	5~15日** 10~12** 13~15**	27 日 25~37 19~31	— 7 日** 20~26** 16~19**	21 日** 15~25** 13~15**	14~20日 10~15 15~23	19~48日 7~13 10~18	14~18日 16~19 18~28	17~40日 14~79 15~25	
	桃									
	梨									
展芽期間 (日)	柿	11日 35~36 30~31	26~27日 53 44	17~18日 39~40 31	40~41日 32~33 32	21~22日 40~41 30~31	40日 34~35 31~32	23日 46 32	32日 35 32	
	桃									
	梨									
***展芽順序	柿	順順 やや整	順順 やや不整	順不整 不整	順整 やや整	順不整 不整	順整 整	順 やや不整 やや不整	順整 整	
	桃									
	梨									

註 * () は自然区を 100 とした比数

** 2月23日を基準として示す。—7日は23日より7日さかのぼった16日を示す

*** 順とは頂芽優性を示す、整とは頂芽優性であるが多数の芽が一斉に揃う、やや整とは頂芽優先ではないが多数の芽が一斉に出る、不整とは頂芽優先でなく展芽不揃、やや不整とは3個体の内1個体でも順、整はあるが展芽がそろわない

れると展芽期間が長くなり、寒冷な期間が長いものほど、より長くなる。逆に温暖気温下では、その時間の長いものほど展芽期間が短くなる。桃樹では12月2日より18~23°Cの気温下にあつたものは展芽期間が最も長く、極めて展芽が不揃である。冬季の或期間寒冷な気温に曝されると展芽期間が短くなり、展芽が一斉である。冬季中温暖な場合、自然状態のものより展芽期間が長く、展芽が

不揃なことがうかがえる。梨樹では12月2日より高温な場合に展芽期間が長かつた他は、各区の差が不明瞭であるが、概して温暖気温下のものが寒冷気温下のものより長い。

展芽順序: 普通状態の植物の展芽は頂芽優先である。しかしながら桃、梨樹では冬季の気温によつてはその現象が乱れることがうかがわれる。即ち柿樹では各区と

第3表 鹿児島、高知、京都、山形、札幌の7°C以下の総時間数及び月平均気温（測候所報告）

場所	月別 年	11月	12月	1月	2月	3月	4月	総時間数
		時間 °C**	時間 °C	時間 °C	時間 °C	時間 °C	時間 °C	時間
鹿児島	1953~1954	43.2 (13.7)	122.4 (11.0)	174.3 (9.5)	222.3 (9.3)	155.2 (10.9)	10.0 (16.6)	727.4
	1954~1955	33.8 (15.3)	210.1 (9.4)	357.8 (5.7)	239.0 (8.8)	52.9 (13.0)	35.3 (16.9)	928.9
高知*	1953~1954	0 (16.8)	127.6 (11.0)	238.3 (8.1)	303.9 (8.3)	132.9 (11.2)	9.5 (15.4)	817.0
	1954~1955	2.7 (17.8)	210.9 (8.9)	464.5 (5.4)	259.0 (8.3)	48.9 (12.3)	16.3 (15.4)	1032.3
京都	1953~1954	120.8 (10.2)	271.1 (7.1)	320.2 (5.1)	343.0 (3.0)	236.0 (7.5)	33.6 (14.5)	1384.7
	1954~1955	71.5 (12.1)	298.9 (6.6)	470.8 (3.2)	336.5 (5.6)	159.7 (8.9)	56.0 (14.1)	1393.4
山形	1953~1954	303.1 (5.4)	437.8 (3.0)	634.0 (-1.1)	520.5 (1.2)	472.6 (2.9)	197.9 (10.2)	2565.9
	1954~1955	271.6 (6.9)	512.0 (1.9)	624.5 (-1.0)	554.5 (-0.4)	441.3 (3.4)	206.0 (10.1)	2603.9
札幌	1953~1954	542.9 (2.5)	631.5 (-1.8)	723.0 (-3.8)	611.0 (-3.1)	660.0 (-1.2)	303.3 (6.7)	3471.7
	1954~1955	497.4 (3.7)	600.1 (0.8)	724.0 (-5.8)	637.0 (-3.7)	610.0 (-0.8)	342.5 (6.0)	3411.0

* 高知大学農学部気象月報

** () は月平均気温

もに頂芽優先で、自然気温下のものと同傾向を示し、冬季の気温の影響が見られない。しかし桃、梨樹はほぼ同傾向で、柿樹とは異なる。冬季の或期間寒冷な気温にあつた桃、梨樹は比較的多数の芽が一斉に展き、頂芽優先性を示す。他方、温暖気温下のものは頂芽優先性を必ずしも示さず、意外な箇所の芽より動き始め、展芽が不揃である。冬季の気温が 18~23°C の時は桃、梨樹の展芽数は極めて少く、そのため頂芽優先の感を呈する。

4. 考 察

1. 冬季の気温と柿、桃、梨樹の自発休眠との関係：落葉果樹が春季に正常に展芽伸長するために、冬季の気温が或程度低い(12, 1, 2月の平均気温 0.6~4.4°C) ことが望ましい⁽³⁾。この自発休眠完了に必要な低温要求量(7.2°C 以下の総時間数)は果樹の種類、品種、各個体、芽の着いている部位、更に各芽個々によつて異なるが、苹果樹で 1400 時間、桃樹で 1000 時間と言われ⁽¹⁾、他の研究者によると柿樹で 816~1032 時間、桃樹で 1032~1276 時間、和梨樹で 1344~1440 時間であると言う⁽¹⁸⁾。また、休眠樹を人為的に寒冷(0.6~2.2 或は -2~0°C) に遭遇させると、種々の木本類⁽⁵⁾、桜桃、洋梨樹⁽²⁾が正常に展芽する。更に、秋冬季に低温(-1~0°C、或は 1~10°C) 処理を行うとき、桃の花芽の発育が促進され⁽⁴⁾、苹果樹の展芽期、開花期が早くなる⁽²⁶⁾。逆に冬季が高温(平均気温、14.8°C 以上)であると、落葉果樹の春季展芽が異常に遅滞する⁽³⁾。また、桃樹の枝を加温して、自然気温より 1.7~4.4°C 高くすると、加温枝の開花期、展芽期が自然気温のものより遅れ、中には夏に至つても展芽しない。特に加温(自然気温より 4°C 以上高い)の時期が 12 月であると、開花、展芽の遅滞

が甚だしい⁽²⁹⁾。また冬季に土壌を 20°C に加温した場合、桃、和梨幼樹の展芽期、開花期が不揃となり遅滞する⁽²⁷⁾。

暖地において、比較的温暖であつた 1953~1954 年の冬季及び比較的寒冷であつた 1954~1955 年の冬季について、鹿児島、高知、京都、山形、札幌の 11~4 月の間の 7°C 以下の総時間数及び平均気温を示すと第3表の如くである。

即ち鹿児島の 11 月~4 月の 7°C 以下の総時間数は 730~930 時間、高知が 820~1000 時間、京都が 1400 時間、山形が 2600 時間、札幌が 3400~3500 時間である。高知郊外では 1954 年の春季に、桃、梨樹の一部の品種の展芽、開花が不揃であつた。本実験では、12月2日より気温を 18~23°C とした場合に、桃、梨樹は勿論柿樹までも頂部の 1~2 芽のみが展芽し、展芽までに長時間を要している。12月2日より1月7日まで 888 時間、-1~0°C の気温にした場合、以後気温を 18~23°C にすると旬日を経ず整然と揃つて展いてくる。また、冬季中気温を温暖な 8~11°C とした場合、桃、梨樹は自然気温下のものより展芽数が少く、必ずしも頂芽優先性を示さず、展芽が遅滞する。他方、柿樹では、冬季の気温の如何に拘らず自然気温下のもの同様に頂芽優先性を示し、-1~0°C の低温に遭つても桃、梨樹ほどに展芽数が増さず、逆に低温のために展芽伸長が遅れ生長量が減少する。即ち桃、梨樹は -1~0°C の低温に 888 時間遭うことによつて、大半の芽の自発休眠が完了するが、柿樹では、11 月、12 月、1 月の気温が 8~11°C 以上でも、その自発休眠は比較的早期に完了する。暖地において、年によつて、桃、梨樹が展芽不揃、遅滞の現象を示すと云うが、それらは夫々の土地における相対的な表現で、

第4表 鹿児島, 高知, 京都, 山形, 札幌の0°C以下の総時間数及び極温(測候所報告)

場所	年	月 別		11 月		12 月		1 月		2 月		3 月		4 月		総計
		時間	°C	時間	°C	時間	°C	時間	°C	時間	°C	時間	°C	時間	°C	
鹿児島	1953~1954	0	(+2.9)**	0	(+2.0)	21.5	(-2.1)	38.5	(-2.0)	6.5	(-0.9)	0	(+2.3)	66.5		126.5
	1954~1955	0	(+3.7)	13.0	(-0.6)	63.5	(-3.7)	43.5	(-4.2)	6.5	(-0.5)	0	(+1.3)			
高知	1953~1954	0	(+3.4)	0	(+0.4)	60.5	(-2.8)	93.5	(-3.5)	0	(+1.6)	0	(+3.9)	154.0		210.7
	1954~1955	0	(+5.9)	15.0	(-1.7)	152.0	(-5.5)	43.7	(-5.3)	0	(+0.1)	0	(+3.8)			
京都	1953~1954	6.5	(-1.3)	6.5	(-0.8)	77.5	(-3.5)	120.7	(-4.8)	65.0	(-3.1)	0	(+2.0)	276.2		304.9
	1954~1955	0	(+2.6)	33.5	(-2.8)	175.9	(-5.1)	89.0	(-4.0)	6.5	(-1.2)	0	(+0.6)			
山形	1953~1954	58.0	(-2.0)	135.0	(-4.3)	327.7	(-6.7)	218.3	(-9.4)	183.8	(-9.0)	23.5	(-2.0)	946.3		932.9
	1954~1955	42.5	(-3.0)	208.6	(-5.4)	296.5	(-10.0)	257.8	(-10.2)	119.0	(-7.7)	8.5	(-1.8)			
札幌	1953~1954	254.4	(-4.3)	243.2	(-20.2)	500.0	(-20.9)	370.4	(-14.2)	351.4	(-15.1)	53.3	(-5.7)	1872.5		1828.7
	1954~1955	153.1	(-5.0)	308.5	(-11.8)	520.0	(-17.6)	413.9	(-15.5)	332.9	(-12.1)	100.3	(-6.7)			

* 高知大学農学部気象月報による

** () は極温

極めて不明瞭である。しかし各個体, 枝の部位, 更に各芽の個々の成熟度が異なり, これらに作用する冬季の気温が暖く, その低温要求量の最低に近い, やや不足している場合に, 展芽数の減少は勿論, 展芽, 開花の不揃現象, ひいては展芽の遅滞現象が起ると云える。総合すると, 高知の平地では, 柿樹が桃, 梨樹より適していると思われる。しかし柿樹については, 早期展芽と不時低温との関係, 桃, 梨樹については, 低温要求量の品種間差異などにつき究明する必要がある。なお今まで報ぜられている低温要求量の考え方に疑問の点がある。即ち桃樹の低温要求量が十分にみだされても, 温暖日の続く時期によつて開花, 展芽が遅滞し⁽²⁹⁾, また, 低温要求量をみたし得ない地方にも現在栽培されている事実から, 7.2°C以下の時間数を再吟味する必要がある, 更に低温(0°C内外)自体が必要なのではなかろうか。そこで低温の程度, その低温の期間, 低温に遭う時期及び遭い方が問題であろう。

2. 冬季間の低温の時間数と柿, 桃, 梨樹の栽培北限との関係: 春季, 柿, 桃, 梨樹が正常に展芽するためには冬季に相当量の低温を必要とする。しかし自発休眠完了後の低温は更に休眠を強制する^{(12), (25), (31)}。強制休眠の状態では気温がゆるせば, 特に気温の衝撃的上昇によつて展芽開花する⁽²⁴⁾。東北, 北海道地方の果樹が5月頃に一時に展芽, 開花するが如きである。この際に冬季の低温が過度に且つ長期に及ぶ時, かえつて展芽期, 開花期が遅延する。これは実験的にも認められている。即ち, 苹果樹を長期間(118日)にわたり, -1~0°Cの低温処理を行えば短期間(86日)のものより開花, 展芽期がおくれる⁽⁴⁾。冬季の気温が過度に低く, 果樹の展芽が遅延

し枝梢が枯死する地方は完全な栽培適地とは云い難い。本実験では12月2日より2月23日まで, 1992時間連続して-1~0°Cの低温に遭遇せしめた桃樹は, 低温の時間が長すぎたために枝梢の先端15~20cm及び芽の一部が枯死し, 根も損傷をうけ, 展芽伸長が遅れ, 自然気温下の生長量より遙かに劣る。梨樹は桃樹ほどに低温の害を受けないが, 自然気温下のものより展芽期は促進されず, むしろ遅れる。12月2日より888時間~1992時間連続して-1~0°Cの低温に遭遇せしめた柿樹は枯損しないが, 展芽期, 根の伸長期が遅れ, 生長量が劣る。換言すれば, 柿樹は冬季の0°C以下の時間数が888~1368時間の所まで, 桃樹は1368時間の所以南, 和梨樹は1992時間の所以南が栽培適地であるとも云える。いま鹿児島, 高知, 京都, 山形, 札幌の11月~4月の間の0°C以下の総時間数及び極温を示すと第4表の如くである。

即ち暖地では0°C以下の時間数が極めて少く, 鹿児島で66.5~126.5時間, 高知で154.0~210.7時間, 京都では276.2~304.9時間であり, 寒冷地の山形で932.9~946.3時間, 札幌で1828.7~1872.5時間で極めて長い。前述した所と照合すると, 柿樹が北海道に栽培されず, 桃樹が秋田, 山形以南に, 和梨樹が札幌近郊以南に栽培されていることと一致する。

3. 冬季の地温と柿, 桃, 梨樹の根の生長との関係: 冬季の気温が高い暖地では地温も高く, 地下100cmの地温は常に10°C以上である。いま鹿児島, 高知, 京都, 山形, 札幌の地下50cm及び100cmの地温を示すと, 第5表の如くである。

即ち, 鹿児島の地下100cmの地温は常に12°C以上, 高知が10°C以上, 京都が8°C以上, 山形が4°C以上,

第5表 鹿児島、高知、京都、山形、札幌の地温（測候所報告）

場所	月別	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月
		°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
地下50cmの地温	鹿児島	19 17	14 11~12	11 9	10~11 9	11~12 10~11	15 15	19~20 19
	高知	18.8 17.9	13.2 12.5	10.1 8.7	10.3 9.8	13.3 13.1	17.3 16.1	20.1 19.5
	京都	14 11	9 5~6	7 3	6 3	8 4	12~13 8	17 13
	山形	8	3	2	0~1	0~1	4	9~10
	札幌							
地下100cmの地温	鹿児島	20~22 18~20	16~18 14~16	14 12~14	12~13 10~12	13 10~12	14~16 13~15	18 17
	高知	18.8 18.3	15.0 14.3	12.4 10.6	11.4 10.7	13.7 13.2	16.8 16.0	19.1 18.9
	京都	16 13~14	12 9	9 5	8 4~5	8 4	11 5	15 11
	山形	11	7	4	3~4	2~3	4	7~8
	札幌							

* 高知大学農学部気象月報 月間平均

札幌が2°C以上であり、地下50cmの地温では、鹿児島が常に10°C以上、高知が9°C以上、京都が6°C以上、山形が3°C以上、札幌が0°C以上である。高知では、暖冬の年には地温も高く、地下50cmの地温ですら常に10°C以上となり、寒冷な年の地温よりも1.4°Cも高い。落葉樹の根が最も多く分布している部分は地下50cmの所である。果樹の根の伸長適温は、桃樹が15~20°C⁽⁶⁾、蘋果樹が18.3°C⁽²³⁾、柿樹が30°C⁽¹⁵⁾である。自然状態の果樹の根の伸長開始時の地温は、桃樹が3.9°C、梨樹が3.9~6.8°C、柿樹が16.4~17.7°Cである⁽²⁷⁾。また冬季に暖いフロリダの桃樹、洋梨樹の根は、1~2月に緩慢に伸長し⁽⁶⁾、冬季に土壌を20°Cに加温すると、桃樹の根は1月中旬に、和梨樹の根は1月下旬~3月中旬の間に緩慢に伸長し、春季の根の伸長開始期が自然地温のものより遅れる。他方柿樹の根は1、2月に伸長せず春季の根の伸長開始期が早くなる⁽²⁷⁾。本実験でも12月2日より888時間（1月7日まで）、1368時間（1月27日まで）及び1992時間（2月23日まで）連続して、8~11°Cの気温に曝した桃の根は1月10日頃より、梨樹の根は1月下旬より伸長しているが、春季の根の伸長は著しく阻害される。また12月2日より18~23°Cの気温に曝した桃、梨樹は12月下旬に展芽するが、桃樹の根は1月上旬に、梨樹の根は1月中旬に漸く伸長を開始する。即ち冬季の気温が8~11°C以上であると、桃樹、梨樹の根の伸長開始期は早くなるが、伸長が異常、且つ緩慢である。他方柿樹の根では、冬季の気温が8~11°C以上の場合、その伸長開始期が早くなるが、伸長も正常で、促進され、伸長期間が長くなり、重量も増している。しかし柿樹の成木の根は地下100cm内外の所では12月、1

月も活動しているという報告もある⁽²¹⁾。故に京都附近の地下100cm内外にある桃樹、梨樹の根、或いは高知附近の柿樹の深層の根は冬季に如何様であるか、即ち個体の一部の根が加温された場合、その加温部位のみ桃樹、梨樹では1、2月に、柿樹では早期に伸長するかどうか更に吟味を要する。

4. 冬季の気温と柿、桃、梨樹の生長量との関係：高知では、桃樹の樹令が比較的短く、樹令の割合に樹体が小さい。本実験において温暖な気温に曝した桃、梨樹は同時間寒冷な気温下にあつたものより生育が悪い。特に冬季中温暖な場合、自然気温下のものに比べて生長量が劣り、桃樹では自然区の79.9%、梨樹が82.3%の生体重増加量を示しているに過ぎない。

他方温暖気温下の柿樹は寒冷気温下のものより生育がよく、冬季温暖な場合、高知の自然状態よりも生育がよい。前述の如く温暖気温下では、桃、梨樹の休眠が充分に完了せず、展芽数が減少し、展芽が遅延する。しかしこれらの理由のみで桃、梨樹の生長量が減少したとは考えられない。落葉潤葉樹の樹幹中の炭水化物量⁽²³⁾、桃、和梨樹の枝梢の全炭水化物量⁽¹⁸⁾は10月の落葉期に最少量となり、冬季中徐々に減少しつづけ、4月の展芽期に最少量となる。これは休眠期間中と雖も、植物は生活作用を営むため、樹体中の炭水化物量の減少には呼吸作用が最も多くあづかっていると云える。蘋果樹の休眠枝の截枝の呼吸は、気温-2°Cでは長期にわたつて緩慢に行われ、気温6°Cでは呼吸が活発で短期間に衰える⁽⁷⁾。気温12.4°Cの呼吸量は気温5.3°Cの約1.8~2.0倍である⁽³⁰⁾。柿、桃、和梨樹の休眠枝截枝の呼吸量は、桃樹が最も多く、柿樹が最も少い。気温20°Cの呼吸量は気温0°Cに比べ桃樹で3~4倍、柿樹で5倍、和梨樹で6倍である⁽²⁸⁾。また柿、桃、和梨樹の根は冬季と雖も呼吸し、10°Cの地温では、桃、梨樹の根のみ盛に呼吸し、20°Cの地温では、3者ともに根の呼吸が活発である。また冬季伸長中の根の呼吸量は地温の上昇に伴つて増す⁽²⁷⁾。即ち本実験の温暖区の桃、梨樹の休眠期間中の呼吸量は、寒冷区、自然区のものよりも多く、樹体内貯蔵養分の消耗がより多かつたと思われる。これが春季の生長量のより少くなつた一因であらう。なお気温が-2、-6、-10°Cから6°Cに変温すれば蘋果休眠枝の截枝の呼吸量は一時急増し、後減少するが、変温後30~40時間経過しても、気温6°Cにおける夫々の呼吸量が異り、変温較差が大きいほど呼吸量も多い⁽⁷⁾。朝夕の気温が0°Cで正午の気温が20°Cになる

如く変温した場合、樹温の上昇、下降に伴つて、柿、桃、梨樹の休眠枝截枝の呼吸量も増減し、12~13時には、朝夕の3~4倍の呼吸量となる⁽²⁸⁾。高知の如き暖地では、冬季の日射も強く、気温の日較差、旬間の最高、最低較差が甚だしい。故に桃、梨の休眠樹の呼吸消耗が寒冷地よりも一層著しいであろう。休眠枝截枝の呼吸量は品種によつて著しい差があり⁽⁷⁾、休眠期間中の呼吸消耗の点からも暖地の適品種を、桃、梨樹につき究明せねばならない。

5. 摘 要

1. 高知県において、暖冬時には落葉果樹の展芽期が不揃となり、展芽数、生長量が減少する。この原因を究明するために、初冬より気温を 18~23°C, 8~11°C, -1~0°C として、柿、桃、梨の幼樹を生育せしめ、その展芽伸長の状況を比較観察した。

2. その結果、柿樹は冬季(12, 1, 2月)の気温の高低によつて、生長週期に著しい変化を生じない。即ち冬季に気温を 18~23°C, 8~11°C, -1~0°C に変えても、自然気温下のものと同様に、地上部が展芽伸長して後に根が伸長する。この場合に冬季の気温が高いほど伸長開始期が早くなり、しかも伸長期間が延長され、その影響は特に地上部に著しい。

3. 桃、梨樹では冬季の気温によつて、その生長週期が著しく異つて来る。即ち、冬季を通じて気温が -1~0°C の時には、自然気温下のものと同様に先ず根が伸長を開始して後に展芽するが、根の伸長開始期が著しく遅れる。また冬季を通じて気温が 8~11°C の時には、先ず 1, 2月に根が緩慢に伸長して後、春季に展芽し、根もまた再び活潑に伸長するが、その展芽期及び根の伸長の活潑化する時期が自然気温下のものより遅れる。更に、冬季を通じて気温が 18~23°C であると、先ず展芽して後に根が伸長する。即ち冬季の或期間(12, 1月)に低温(-1~0°C)に遭わないと展芽期が遅れる。

4. 実験的に冬季に -1~0°C の低温に 888~1992 時間遭わすと、展芽数が著しく増すが、冬季(12, 1, 2月)の気温が 8~11°C 以上であると展芽数が著しく減少し、この場合、気温 18~23°C にある時間の長いものほど減少が著しい。殊に冬季を通じ気温が 18~23°C であると僅かに頂部の 1~2 芽だけが展く。この現象は桃、梨樹に極めて顕著である。その点、高知の自然気温は冬季を通じ 4~9°C であるから、比較的展芽率が高い。

5. 自然気温下では桃、梨樹は頂芽優先であるが、冬季に -1~0°C の低温に 888 時間以上遭遇したものは短期間に揃つて展芽する。しかし冬季の気温が 8~11°C 以上であると必ずしも頂芽優先性を示さず、展芽が不揃である。この現象は梨樹より桃樹に著しい。柿樹は冬季間

の気温の如何に拘らず頂芽優先である。

6. 一般に桃、梨樹では冬季 -1~0°C の低温に 888~1368 時間遭遇すると、しないものより展芽期が促進されるが、遭遇時間の長い(1992 時間)場合、展芽伸長が抑制され、桃樹の一部は凍害枯損する。冬季に気温 -1~0°C に 888 時間以上遭遇すると、柿樹の展芽期が著しく遅れる。この抑制現象を示す低温(-1~0°C)の時間数は夫々の栽培北限の 0°C 以下の時間数とほぼ一致する(山形が 940 時間、札幌が 1850 時間である)。

7. 桃、梨樹は冬季の気温 -1~0°C に、柿樹は気温 8~11°C に 888 時間遭遇すると十分に休眠が完了する。高知の海岸沿いでは、7°C 以下の総時間数が 817~1002.3 時間で、暖冬時には勿論、桃、梨樹の低温要求量を充分に満たし得ず、展芽不揃、遅滞及び生長量減少の現象が見られ、この傾向は特に桃樹において著しい。

6. 文 献

- (1) AVERY, G.S., JOHNSON, E.B., ADDMS, R.M. and THOMSON, B.F.: *Hormons & Horticulture*. 1947.
- (2) BENNET, J.P. and SKOOG, F.: *Plant Physiol.* 13: 219, 1938.
- (3) CHANDLER, W.H. et al.: *Cal. Agr. Exp. Sta. Bull.* 611: 1~63, 1937.
- (4) CHANDLER, W.H. and TUFTS, W.P.: *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 30: 180, 1934.
- (5) COVILE, F.V.: *Jour. Agr. Reserch* 20: 151, 1920.
- (6) CRIDER, F.J.: *Science*. 8: 403, 1928.
- (7) DELONG, W.A., BEAUMONT J.H. and WILLAMAN J.J.: *Plant Physiol.* 5: 509, 1930.
- (8) EGGERT, F.P.: *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 57: 169, 1952.
- (9) FINCH, A.H. and VANHORN C.W.: *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 37: 493, 1939.
- (10) HODGSON, F.R.: *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 20: 151, 1923.
- (11) 石井盛次・北村昌美・金子 宕: 第 16 回林学大会講演集: 152, 1954.
- (12) 小林 章: 果樹園芸学総論, 1954.
- (13) ———: 園学雑誌 13: 62, 1942.
- (14) ———: 農及園 27: 1085, 1952.
- (15) ———: 農及園 30: 95, 1955.
- (16) ———: 吉村不二男: 園研集録 6: 64, 1953.
- (17) 高馬 進: 信州大紀要 3: 190, 1953.
- (18) LAMMERTS, W.E.: *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 38: 175, 1941.
- (19) LECLERC de SABLON: *Traite de Physiol. Végétale et Agricole*, 1911. (坂村: 植物生理学上巻より)
- (20) 森田三良: 園学雑誌 14: 143, 1943.
- (21) 森田義彦: 農及園 16: 1688, 1833, 1963, 1941.
- (22) NIGHTINGALE, G.T.: *Bot. Gaz.* 9: 217, 1935.
- (23) SCHMIDT, M.: *Arch. Gartenb.* 2: 355, 1954. (Hort. Abst. 25 より)
- (24) 坂村 徹: 植物生理学, 1950.

- (25) TUFTS, W. P. : Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 26: 163, 1930.
 (26) 吉村不二男：園研集録 7: 59, 1955.
 (27) ———：高知大報告 4(47), 1955.
 (28) WEINBERGER J. H. : Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 63: 157, 1954.
 (29) WILLAMAN, J. J. and BEAUMONT, J. H. : Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 21: 99, 1924.
 (30) STAEHELIN, M. and WURGLER, W. : Landw. Jb. Schweiz: 959, 1953. (Hort. Abst. 24 より)

Summary

The experiments were carried out to clarify the causes of un-uniformity of time of bud-opening, decrease of number of buds opened, and of decrease of shoot-growth in some deciduous fruit trees after warm winter in Kōchi prefecture.

Young trees of Japanese persimmon (var. Hiranenashi grafted on *Diospyros Lotus* seedling), peach (var. Okayamawase on *Prunus persica* seedling) and of Japanese pear (var. Yakumo on *Pyrus serotina* seedling) were brought into thermostatic dark rooms, in which the air temperature was maintained at $-1\sim 0^{\circ}\text{C}$, $8\sim 11^{\circ}\text{C}$ and $18\sim 23^{\circ}\text{C}$, respectively, and they were kept there for 888 hours, 1368 hours or 1992 hours since December 2, 1954 successively, and thereafter they were transferred to warm room ($18\sim 23^{\circ}\text{C}$). When the minimum temperature in the open air became more than 15°C , they were carried out to the open air.

At any condition, such as cold ($-1\sim 0^{\circ}\text{C}$), mild ($8\sim 11^{\circ}\text{C}$), or warm ($18\sim 23^{\circ}\text{C}$) winter condition, the root-growth of Japanese persimmon occurred after their buds opened and their shoots developed, as in the natural condition of Japan. Their bud-opening time was December 28 in the warm condition, February 16 in the mild, March 15 in the cold, and February 28 in the natural condition. Japanese persimmon had rather longer growth period and grew better owing to the higher winter temperature.

The growth cycle of peach and Japanese pear were varied owing to the winter temperature. In the natural condition, buds of peach and Japanese pear opened on the beginning of March, after their root-growth on the end of February. In the cold condition, their root-growth were retarded, namely, whereas their buds opened on the beginning of March their roots began to elongate on the beginning or the middle of March. In the mild condition, their bud-opening and root-growth in spring were retarded, i.e., began on the middle of March, and their growth were poor. On the other hand, only one or two buds opened on the end of December in warm condition, and their shoot-development were retarded, but their root-growth occurred on the beginning or the middle of January. So, when the air temperature was not cold for some period at least in winter, the bud-opening of peach and Japanese pear were retarded and their growth were poor.

When the temperature has been maintained at $-1\sim 0^{\circ}\text{C}$ for 888~1992 hours since December 2

successively, the number of opened buds increased. This phenomenon was conspicuous on peach and Japanese pear. And many buds of peach and Japanese pear opened uniformly in short time showing the apical dominance, but the bud-opening of Japanese persimmon was retarded under the above condition. And only small number of buds of peach and Japanese pear opened slowly showing not the apical dominance, when they were kept at $8\sim 11^{\circ}\text{C}$, but the bud-opening of Japanese persimmon was hurried up showing the apical dominance under the same condition. When the temperature was $18\sim 23^{\circ}\text{C}$ during the whole winter, only one or two buds opened at the tip of shoot in peach and Japanese pear.

The dormancy of peach and Japanese pear were completed owing to the low temperature ($-1\sim 0^{\circ}\text{C}$) for 888 hours since December 2 successively, but the dormancy of Japanese persimmon was complete even after encountered with such mild temperature as $8\sim 11^{\circ}\text{C}$ for the same period. Total hours of duration of temperature below zero in southern district of Kochi prefecture were 154 hours in winter from 1953 to 1954, 210 hours in winter from 1954 to 1955. It is said that 1000 to 1200 hours of duration of the temperature below 7.2°C is necessary for breaking dormancy of peach, and 1400~1800 hours on Japanese pear. In the southern district of Kōchi, total hours of duration of the temperature below 7°C were 817 and 1002 hours in the winter 1953~1954, 1954~1955, respectively. But peach and Japanese pear have been cultivated on the southern district of Kōchi prefecture. So, in this district, low temperature for breaking dormancy of peach and of Japanese pear, is not enough, therefore sometimes, the time of bud-opening especially of peach is not uniform and retarded.

When the duration of low temperature ($-1\sim 0^{\circ}\text{C}$) was too long in winter, the bud-opening and root-growth in spring were retarded. The bud-opening of Japanese persimmon was retarded by low winter temperature for 888 hours, peach for 1368~1992 hours, and Japanese pear for 1992 hours. Total hours of duration of the temperature below zero during the whole winter was about 940 hours in Yamagata, slightly more than 1850 hours in Sapporo, and these facts are connected with that the north limit of cultivation of Japanese persimmon is in Yamagata and Akita prefecture, that of Japanese pear is in the neighbourhood of Sapporo, and peach is unable to cultivate in Hokkaido.