

温州ミカンの果実の肥大と果形指数

井 上 宏

FRUIT SIZE AND SHAPE RELATIONSHIP IN SATSUMA MANDARIN

Hiroshi INOUE

To observe growth of satsuma mandarin fruit classified by shape index (transverse diameter/longitudinal diameter) was carried out, in relation to leaf number per bearing shoot and per fruit. The results were summarized as follows.

1. There were significant correlations with fruit size and shape of mature fruits on adult trees. The larger fruits showed to be oblate. The fruits with many leaves on the bearing shoot were large in size and high in shape index.
2. Diameters of different shape of young fruits were measured throughout the growing season. The oblong or oblate young fruits grew up to be the same shape of matured ones. This tendency was significant on leafless fruits.
3. Daily changes of the fruit shape index were investigated on a fine day of early July to November. The young fruits showed larger changes in shape index. When the fruits neared to maturity, the changes in index became small. All fruits were oblate in the afternoon and oblong in the early morning.
4. Eight-year-old trees with 10, 20, 30, 40 and 50 leaves per fruit were investigated on the fruit growth. The more the leaves per fruit, the larger the fruits harvested were. The trees with 30 leaves per fruit produced the most oblate fruits.

温州ミカンの果実肥大と果形指数の関係を追究するために、肥大に最も影響を与える結果枝着葉数の多少と葉果比の大小との関連において本実験を行なった。

1. 成木の収穫果について果実の大きさと果形指数(横径/縦径)の関係をみたところ、有意の正の相関が認められ、大果になるほど扁平果となる傾向を示した。また、結果枝上に葉数が多いほど大果となり、果形指数も大となった。
2. 7月中旬の幼果を結果枝着葉数別(0, 2, 4, 6枚)に果形指数の大小により3群(1.07未満, 1.07~1.119, 1.12以上)に分け、それぞれの果実の肥大にともなう果形指数の変化をみたところ、いずれも7月中旬の腰高果は12月の収穫時でも腰高果であり、扁平果はやはり扁平果となったが、この傾向は直花果でいちじるしく、結果枝の着葉数が多くなるほど指数の開きが少なくなり、果形の違いが少なくなった。
3. 7月より各月の上中旬に晴天日を選び、午前6時より翌朝の9時まで3時間おきに果径を測定して果形指数の日変化を有葉果で観察したところ、7・8月の幼果では指数の増減の幅が大きく、成熟に近づくほどその幅は小さくなった。しかし、いずれも15~18時に指数は最高となり、6時に最低となった。すなわち、同一の果実が昼すぎから夕方にかけて扁平となり、夜を過ぎて早朝腰高となった。
4. 8年生樹を8月1日に葉果比10, 20, 30, 40, 50となるよう摘果し、果実肥大と果形指数の関係を調査した。12月上旬の収穫果の調査では、葉果比が30以上になると横径は増加しなかったが、縦径は葉果比が大となるほど大となった。したがって、果実重は葉果比50で最大となった。果形指数でみると30枚区が最高で、これより葉数が多くても少なくとも腰高果となった。この成績を結果枝葉数別に検討したが、ほぼ同じ傾向が認められた。

緒 言

温州ミカンの果実の生長曲線を果径でみると、開花結実後 S 字曲線を描いて肥大するが^(6,10)、横径と縦径の肥大は必ずしも平行的ではなく、生長の後期に近づくほど縦径の肥大が劣り、他のカンキツにくらべて比較的扁平な果実となって成熟期にいたる。この横径に対する縦径の比の値であらわす果形指数は開花時から急激に減少するが、8月上旬以降次第に増加して収穫期には1.2~1.4の値を示す。成熟果実の出荷規格は横径を基準としているが、同じ横径の果実でも縦径が大となるほど、すなわち、腰高果になるほど果汁品質が低下する傾向にあることが認められている⁽⁷⁾。本実験は温州ミカンの果実肥大と果形指数の関係を追究するために、肥大に最も影響を与える結果枝着葉数の多少と葉果比の大小との関連において行なったものである。

材料および方法

本実験は香川大学農学部構内に栽植中のカラタチ台杉山系温州ミカン樹を供試し、1976年と1978年に実施した。

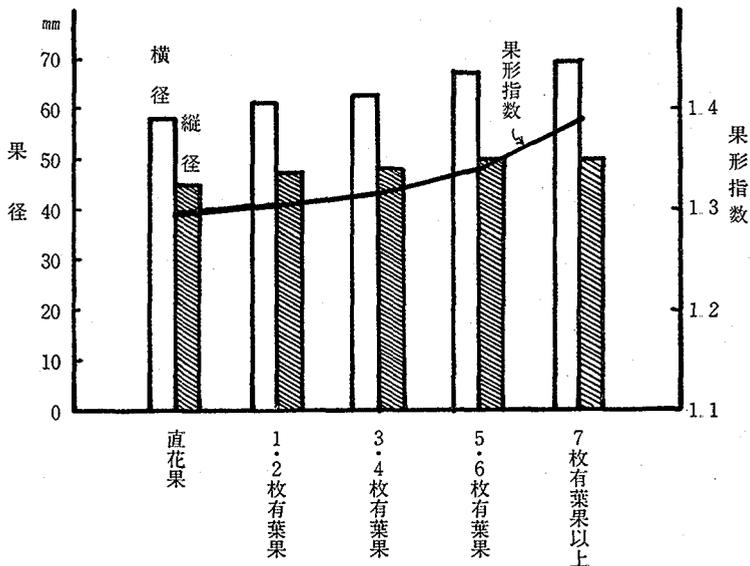
1. 1976年12月上旬に、22年生の5樹(葉果比20前後)の全収穫果について結果枝着葉数別に果実の大きさならびに果形指数を調査した。同年、同供試樹について7月中旬に120個の幼果を結果枝着葉数別(0, 2, 4, 6枚果)に果形指数の大小により3群(1.07未満, 1.07~1.119, 1.12以上)に分け、それぞれの果実の肥大にともなう果形指数の変化を観察した。また、これらの果実について12月上旬の果実横径と果形指数の相関を求めた。
2. 前供試樹について1978年7月より各月の上中旬に晴天日を選び、午前6時より翌朝9時まで3時間おきにキャリパーで有葉果の果径を測定して果形指数の日変化を観察した。
3. 大型コンクリートポット(内径66cm, 深さ55cm)植えの8年生樹を1978年8月1日に葉果比10, 20, 30, 40および50となるよう摘果し、果実肥大と果形指数の関係を調査した。

結 果

1 結果枝着葉数別の果実肥大と果形指数

(i) 全収穫果についての成績

22年生の供試5樹の1,556個の全収穫果について結果枝着葉数別に果実の平均横径、縦径と果形指数を求めたところ、第1図のとおりである。すなわち、結果枝上に葉数が増すほど横径、縦径ともに大となったが、横径の肥大率が高

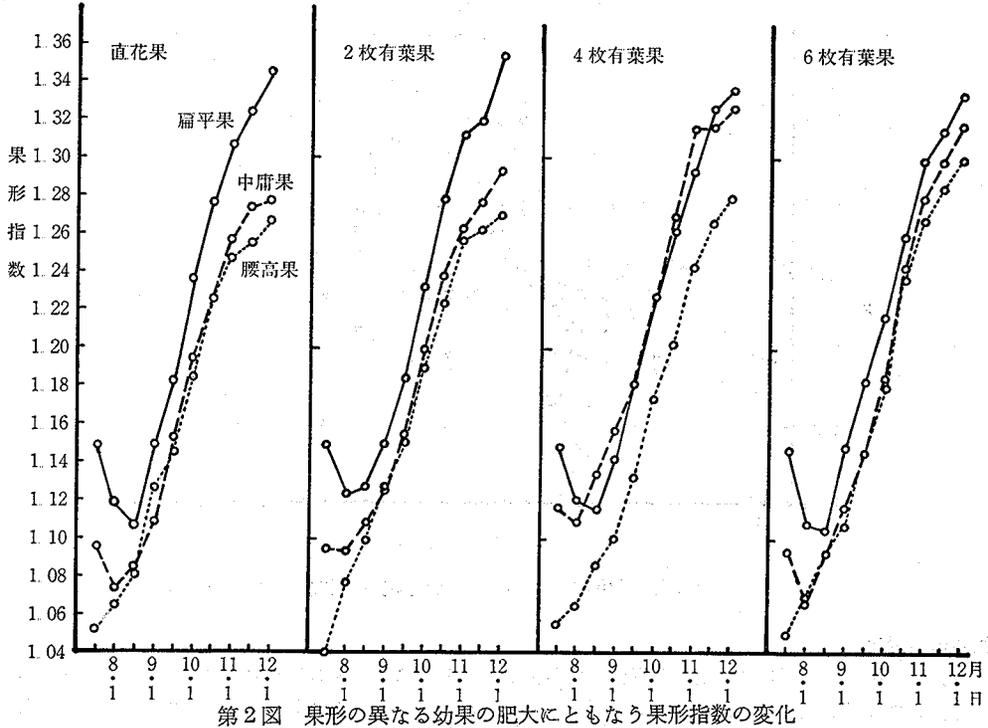


第1図 結果枝着葉数別果実の肥大

く、果形指数が高くなった。本供試樹では直花果が全果の56.1%を占めた。

(ii) 扁平および腰高幼果の肥大にともなう果形指数の変化

前供試樹について7月中旬に直花果、2枚・4枚・6枚有葉果のうち、果形指数1.07未満の腰高果、1.07~1.119の中庸果および1.12以上の扁平果それぞれ10果を選び、果実肥大にともなう果形指数の変化をみたところ、第2図のと



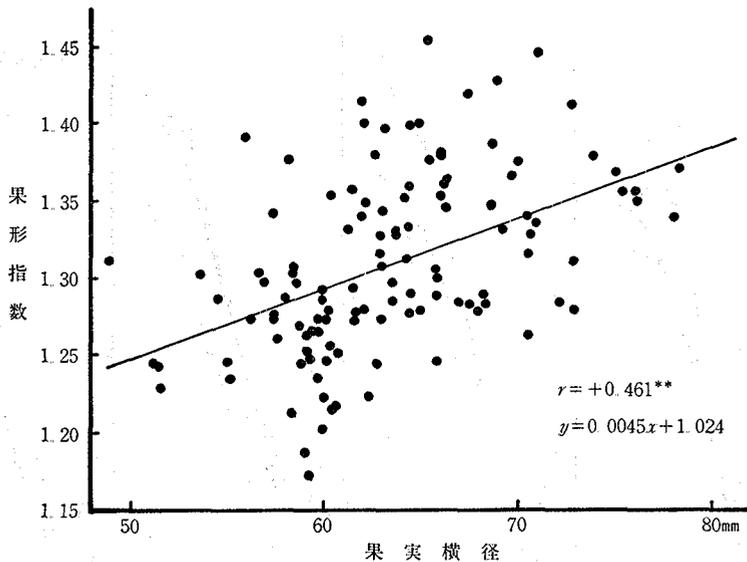
第2図 果形の異なる幼果の肥大にともなう果形指数の変化

おりである。すなわち、7月中旬の腰高な幼果は12月の収穫時でも腰高果となり、扁平な幼果はやはり扁平果となったが、この傾向は直花果でいちじるしく、結果枝上に葉数が多くなるほど12月上旬での指数の開きが少なくなり、果形の違いが少なくなった。7月中旬と12月1日の果径は第1表のとおりで、幼果の果形の違いによる果実の肥大には有意な

第1表 幼果の果形と成熟果の果形

		腰高幼果		中庸幼果		扁平幼果	
		7/16	12/1	7/16	12/1	7/16	12/1
直花果	横径(mm)	25.9	58.9	26.5	58.9	26.0	61.3
	縦径(mm)	24.6	46.5	24.2	46.1	22.6	45.6
	果形指数	1.053	1.267	1.095	1.278	1.150	1.344
2枚有葉果	横径(mm)	25.7	61.2	27.8	63.1	27.0	63.2
	縦径(mm)	24.7	48.2	25.4	48.8	23.5	46.7
	果形指数	1.040	1.270	1.094	1.293	1.149	1.353
4枚有葉果	横径(mm)	25.8	61.0	29.6	67.4	26.6	64.7
	縦径(mm)	24.4	47.7	27.0	50.8	23.2	48.4
	果形指数	1.057	1.279	1.096	1.327	1.147	1.337
6枚有葉果	横径(mm)	27.0	67.8	25.5	64.4	28.6	68.8
	縦径(mm)	25.7	52.2	23.3	48.9	24.9	51.6
	果形指数	1.051	1.299	1.094	1.317	1.149	1.333

差は認められなかった。したがって、収穫果の横径と7月16日の幼果の果形指数との間の相関係数は+0.147であり、相関関係は認められなかった。ただし、供試した120果の収穫果の大きさとそれらの果形指数の相関図は第3図のとおりで、相関係数は+0.461(1%水準で有意)を示し、収穫時の大果は果形が扁平であることを示した。



第3図 収穫果の大きさと果形指数の相関

2 果形指数の日変化

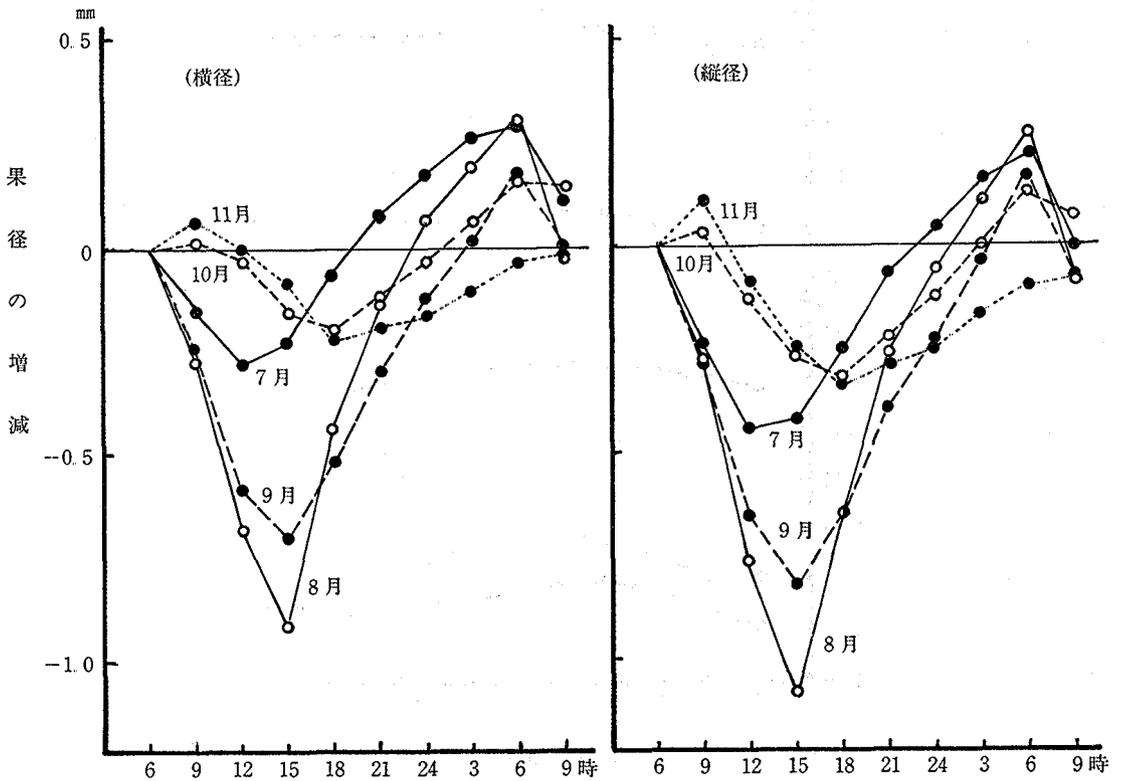
7月より各月の上中旬の晴天日に測定した果径と果形指数の日変化は第4図および第5図のとおりである。果径の日変化ではその振幅量は果実肥大の旺盛な8、9月が大であったが、果形指数では7、8の幼果で増減の幅が大きく、成熟に近づくほどその幅は小さくなった。果形指数の最小および最大の時刻は果径の最大および最小の時刻とはほぼ一致した。しかし、縦径の日変化の幅の方が横径のそれより大きかった。なお、調査日の気象条件は第2表のとおりであった。

第2表 調査日の気象条件

調査日	調査開始時(6時)		最小果径時		最大果径時			
	温度	湿度	温度	湿度	時刻	温度	湿度	時刻
月日	°C	%	°C	%		°C	%	
7. 4	24.0	88	32.5	65	12:00	24.0	90	6:00
8. 8	24.8	92	31.9	58	15:00	23.0	91	6:00
9. 7	18.0	92	30.0	56	15:00	19.0	91	6:00
10.12	10.2	92	18.3	69	18:00	10.5	91	6:00
11. 9	11.2	92	13.8	64	18:00	15.5	74	9:00

3 葉果比と果実の肥大および果形指数

8月1日に摘果調整した葉果比10、20、30、40および50の8年生鉢植樹の収穫果の果実の大きさと果形指数の関係は第3表のとおりである。全収穫果でみると、果実の横径は葉果比が30以上になると増加しなかったが、縦径は葉果比が大となるほど大となったので、果実重は葉果比50で最大となった。結果枝葉数別に横径の肥大をみると(第6図)、有葉果では葉果比30以上でほとんどが増加しなかったのに対し、直花果では葉果比40まで増加した。5、6枚有葉果を除き果形指数は30区が最高で、これより葉数が多くても、少なくとも腰高果となった。ただし、5、6枚有葉果では葉果比が10から50へと増加するほど腰高果となった。



第4図 果径の日変化

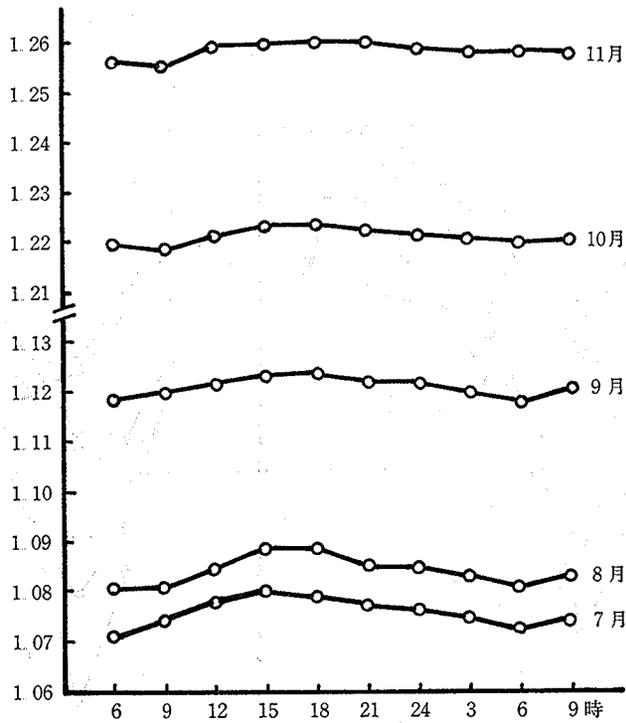
第3表 葉果比と果実の肥大（全収穫果）

葉果比	横径 mm	縦径 mm	果形指数	果実重 g
10	63.6	50.6	1.257	110.0
20	64.8	52.0	1.246	115.7
30	70.2	54.6	1.286	137.6
40	69.9	55.5	1.254	134.6
50	70.6	57.7	1.224	147.2

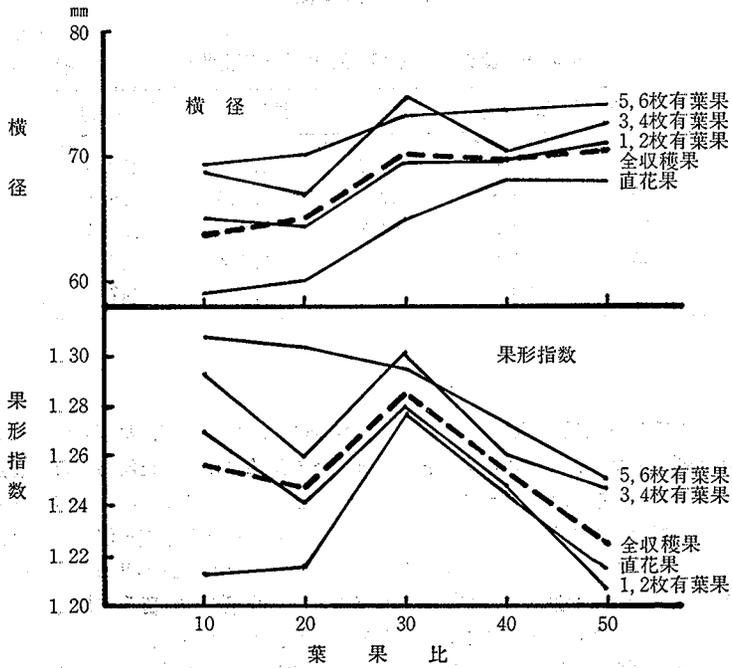
考 察

温州ミカンの果実の肥大曲線がS字型を画くことは、古くから知られている⁽⁴⁰⁾。果径の肥大は9月中下旬までは旺盛であるが、その後次第に緩慢となり、とくに縦径の肥大は9月下旬以降ははなはだ緩慢となり成熟期に近づくと果形は扁平の度を増していく。現在、一般に用いられている果形指数は横径に対する縦径の比の値であらわすが、果形指数の大小は果実の品質にまで影響を与えるものとして経験的にも考えられ、扁平な果実が好まれてきた。最近、高品質果の均質生産を図る研究の一環としての調査の中で、栗山ら⁽⁷⁾は早生温州ミカンの成熟果の同じ横径のものでも果形が腰高になるほど果汁の糖度が低く、クエン酸含量の高いことを指摘し、出荷果実の均質化を向上させるためには、同一サイズ（階級）においてさらに縦径によって区分する必要があることを提唱している。

温州ミカンの果形はそれぞれの系統の遺伝的特性ではあるが、環境要因や栽培管理に大きく支配される。とくに温度条件に影響されることは新居の研究⁽⁹⁾でも明らかで、花芽の発達期から開花期にかけての高温が腰高果を生産すること



第5図 果形指数の日変化



第6図 葉果比と結果枝着葉数別果実の肥大

を観察している。また、養水分の豊富な水田転換園の果実は傾斜園の果実にくらべて一般に腰高果が多く、品質も不良である。本実験は果実の肥大を果形との関連において観察するために行なったもので以下の3点を考察したい。

1 結果枝着葉数と果形指数

温州ミカンは春枝の先端に開花結実する習性をもつが、この春枝上の葉数が多くなるほど果実の肥大が促進されることはすでに認められているとおりであり^(2,11)、春枝が極端に短かく、葉を持たない直花果はいちじるしく肥大が劣るとともに品質も悪い。本実験でも同様なことを認めたが、さらに果形指数の点から観察すると、直花果では腰高であり、結果枝上の葉が6枚程度の範囲内では葉が多いほど扁平果となった。

摘果作業の適期である7月中旬に選んだ腰高、中庸および扁平な幼果のその後の肥大にともなう果形指数の変化をみても明らかに指数の大きいものはシーズンを通して大きく、小さいものは終始小さかった。岩垣ら⁽⁹⁾は樹冠内の果実間の品質差をもたらす諸要因の研究において、8月上旬に果形指数が1.06以下、1.07~1.14、1.15以上の3群の果実の肥大を12月上旬に調査し、果形指数の大きい幼果は収穫期にも果形指数が大であることを認めている。

幼果の果形と果実肥大を促進する結果枝上の葉数との関連を着葉数別にみたところ、前述の傾向は同じで、いずれも腰高幼果は腰高な成熟果となり、扁平な幼果は扁平な成熟果となったが、直花果では成熟果での果形指数の開きが大きく、6枚有葉果ではそれが小さかった。このことは、果実の肥大が結果枝上の葉に影響されない直花果がその近辺の葉の着生状態、結局は着果位置そのものに大きく左右されて果形指数に変動を及ぼしたのに対し、結果枝上に葉の多い6枚有葉果では結果枝上の葉の肥大に対する働きが大きく着果位置の影響を少なくしたためと考えられる。

2 葉果比と果形指数

1樹全体の葉数と果実数の比であらわす葉果比は、摘果の指標として広く用いられ、葉果比20~25の数値が連年良品の果実を多収する基準としてすすめられている。結実量が過多または過少のいずれの場合にも果実の品質は低下し、経営上好ましくない。温州ミカンの葉果比と果実の発育については1果あたりの葉数が20~25枚以上になると果実の肥大量がほとんど増加しないことが認められている⁽⁴⁾。本実験では葉果比30以上でも果実重は増加したが、横径の増加より縦径の増加が大きく、40、50枚区は腰高果となった。収穫果全体でみると、10~50の葉果比の範囲では、30枚区が最も扁平で、これより葉果比が大となっても小となっても腰高の程度が大きくなった。この果形をさらに結果枝葉数別に観察すると、上記の傾向は直花果で最も顕著であった。一方、5、6枚有葉果では葉果比が増すほど腰高果となり、10枚区で最も扁平であった。果実の発育は最初にも述べたとおり、初期には果実の3軸方向に一律に発育し、後期には果軸と直角の方向に肥大する傾向がある⁽⁶⁾ところから、葉果比の小さい樹に生産される果実は後期の横径の肥大が悪く腰高果となると考えられるが、葉の多すぎる樹で腰高果となるのは、横径に加えて縦径の肥大も促進されるためであろう。この点は、5、6枚有葉果が葉果比10で最も扁平で、葉果比が大となるほど腰高になった事実から指摘することができる。

3 果形指数の日変化

温州ミカンの果実肥大の日変化については門屋⁽⁵⁾が差動トランスを用いて横径を連続的に測定したが、1日のうちで果実肥大の最も盛んな時刻は日中の後半から20時ごろにかけてであり、以後は日の出まで単調な肥大を続け、日の出後約1時間たって果実の収縮を観察した。本実験はキャリパーでの測定ではあるが、まったく同じ結果が得られ、8月および9月の果実肥大最盛期には果径の肥大・収縮量は大きくなった。この場合、横径、縦径ともほぼ同じ傾向を示したが、果実の肥大の旺盛な時期において縦径の収縮が横径のそれにくらべて大きく、果形指数は15~18時に最高となり、朝の9時前後に最低となった。すなわち、夕方、果実は扁平気味に、早朝は幾分腰高となって、果形の歪みを示した。このような事実は日本ナンでも認められている⁽¹⁾。

引用文献

- | | |
|---|--|
| (1) 遠藤融郎：和梨果実の日肥大周期に関する研究，1—122，広島県果樹試験場（1972）。 | (4) 岩崎良雄：岩崎藤助，柑橘栽培法，273—274，東京，朝倉書店（1953）より引用。 |
| (2) 井上宏，織田義彦：園芸学研究集録，9，（印刷中）。 | (5) 門屋一臣：愛媛大学農学部紀要，18(2)，193—254（1974）。 |
| (3) 岩垣功，広瀬和栄：果樹試験場報告B（興津），6，47—74（1979）。 | (6) 倉岡唯行，菊池卓郎：園学雑，30(3)，189—196（1961）。 |

- (7) 栗山隆明, 吉田守: 園芸学会昭和52年度秋季大会
研究発表要旨, 26—27(1977). (10) 佐宗久雄: 柑橘研究, 8(2), 187—197(1988).
- (8) 松本和夫: 柑橘, 6, 東京, 朝倉書店, (1960). (11) 鈴木鉄男: 農業および園芸, 48(4), 593—594
(1978).
- (9) 新居直祐: 静岡大学農学部園芸研究報告, 5, 1—

(1979年5月31日 受理)