カキの果実重量に影響する要因に関する研究

岸 本 修*

(東京大学農学部付属農場)

O. KISHIMOTO: Factors affecting fruit weight of Japanese persimmons (*Diospyros Kaki* LINN. f.)

Summary

1. This investigation was carried on from 1960 to 1963 with three varieties of Japanese persimmons (Jiro, Monpei and Hiratanenashi) to make clear the main factors connected with the yearly change of the average individual fruit weight of a tree. Fruits were thinned usually to one per bearing shoot in July of each year, except for on some of trees in 1963.

2. When the correlation was observed between shoot length and leaf area, and between leaf number and leaf area respectively, its coefficient was higher in the former than in the latter. Consequently, fruit number per one meter length of shoot was employed as an indicator of fruit load on a tree, dividing the total number of fruits by the total length of non-bearing and bearing shoots.

3. A significant negative correlation was always found between fruit load of a tree and average

individual fruit weight. However, a significant positive correlation existed only occasionally both between bearing shoot length and average individual fruit weight, and between seed number of a fruit and average individual fruit weight. Therefore, the fruit load of a tree seemed to have a deeper connection with the average individual fruit weight than the length of a bearing shoot and the seed number of a fruit.

4. Average individual fruit weight varied from 150 to 250g in the yearly change of the same tree as well as among the different trees of the same year. The variation coefficient expressed as a measure of dispersion of individual fruit weights was 7 to 15% regardless of the fruit load. A significant positive correlation was always found between fruit load of a tree and its yield.

I. 緒 言

収穫時の果実重量は、1果当たりの葉数(葉面積)、種子数および結果枝の長さなどが増大するに伴って増加する場合の多いことが従来の研究^(3,5,6,9,11,12,16,17,18,22,24)で明らかにされている。しかし、果重に影響するこれらの諸要因の相互関係や、あるいは、その影響力の比較についての実験成績はほとんどみあたらない。そこで本研究はカキを材料としてこれらの点を明らかにしようとしたものである。

本研究を行なうにあたり、終始、懇篤な指導を賜った東京大学杉山直儀教授、実験実施に多大の援助を与えられた付属農場長松尾孝嶺教授、二宮果樹園主任佐藤幹夫講師に深謝の意を表す。調査は、文部技官今泉定作、果樹園職員脇一夫、脇信夫、橋川照子の諸氏の助力に負うところが多く謝意を表す。

II. 材料および方法

1960年から1963年までの4か年にわたり、東京大

本論文の要旨は1964年度園芸学会春季大会において発表

* 現在 農林省園芸試験場

1964年10月6日受理

学農学部付属農場二宮果樹園(神奈川県二宮町)に栽植の約30年生の次郎、紋平、平核無の延104本を供試して本調査を行なつた(第2表)。これらの供試樹の特性はすでに1963年に報告⁽¹⁴⁾したとおりであるが、1樹当たりの着果数に關与する摘果はいずれの年も7月上旬に行ない、その程度は、1960~'62年には1結果枝1果とした。しかし、1結果枝1果の摘果では隔年結果防止上不適当であることが明らかになつた⁽¹⁴⁾ので、1963年には一部の樹で摘果の程度を変更した。すなわち、果実は大部分がある範囲の長さの枝から生産されるので、結果枝、不結果枝の別なく一定の長さの枝を収量構成枝と仮称し、この収量構成枝を摘果の基準にすることが合理的であると推定した。その枝の長さの範囲は次郎、平核無は6~25cm、紋平は11~30cmである。1963年には一部の樹では収量構成枝2~3本当たり1果を残す摘果をした。

このような方法で摘果を行なつた供試樹について、収穫時に樹別に結果枝、不結果枝の別なく全部の新梢について、その長さを測定するとともに、収穫果数および収量を調査し、それぞれの平均果重を求めた。各品種の代

第1図 同一樹の平均果重の年次別変異(次郎, 紋平, 平核無の各2本)

表的な樹2本ずつを例として平均果重の年による変化を図示すると第1図のとおりで同じ樹でも年によつて150~250gに変化した。このように平均果重が年によつて大きく変化する原因を本研究で明らかにしようとした。

まず, 1961年の収穫時に, 結果枝の長さとも果重との関係を, 各品種2~3樹, 計8樹につき調査した。1962年には, 各品種の数本の樹について, 樹全体または主枝

ごとに50~200果を選び前年と同様な調査を行なつた。

1963年には種子数と果重との関係を, 3品種の収穫時に任意に選出した果実について調査した。ほかに, 同年7月上旬に摘果した上記3品種(次郎, 紋平, 富有)の果実を, 1樹当たり200果の割合で, またさらに8月上旬に一部の樹の30~100果につき種子数を調査した。

1961年の夏に, 前記の供試3品種とともに約30年生の富有および約10年生の平核無について, 任意に選んだ枝400本を用い, 枝長, 葉長および葉数の相互関係を調査した。葉長と葉面積の関係については, 1960~62

年の間に, 品種ごとに, それぞれ620枚の葉を用いて調査した。葉面積の算出方法としては既報⁽¹⁴⁾の台形公式を利用した。次郎を例として, 枝長, 葉数, 葉面積の相互関係をみると第2図のとおりである。すなわちA図は葉長と葉面積の関係を示し, B図は, 枝長に対する葉数と葉面積の関係を示したものである。葉長の増加につれて葉面積は著しく増し, 1~30cmの枝長では葉面積の増加率が葉数の増加率より大であつた。

A, B図に示した葉長, 葉面積, 葉数, 枝長の相互

第1表 葉長, 葉面積, 葉数, 枝長の相互関係の実験式

項目	範囲	品種	実験式
葉長と葉面積	7~18*	次郎	$y_1 = 0.142x_1^2 + 3.604x_1 - 3.4$
	"	紋平	$y_1 = 0.140x_1^2 + 3.690x_1 - 3.1$
	"	平核無	$y_1 = 0.301x_1^2 + 1.978x_1 - 4.5$
	"	富有	$y_1 = 0.156x_1^2 + 3.919x_1 - 9.4$
枝長と葉数	1~30**	次郎	$y_2 = 0.421x_2 - 0.005x_2^2 + 3.3$
	"	紋平	$y_2 = 0.256x_2 + 3.8$
	"	平核無	$y_2 = 0.166x_2 + 0.003x_2^2 + 3.7$
	"	富有	$y_2 = 0.214x_2 + 4.4$
枝長と葉面積	1~125	"(若木)	$y_1 = 0.214x_2 + 4.4$
	1~30	富有	$y_2 = 0.246x_2 + 3.2$
	1~30**	次郎	$y_1 = 24.39x_2 - 0.268x_2^2 + 46.7$
	"	紋平	$y_1 = 28.84x_2 - 0.317x_2^2 + 45.7$
葉面積	"	平核無	$y_1 = 20.38x_2 + 82.0$
	1~125	"(若木)	$y_1 = 18.13x_2 + 108.2$
	1~30	富有	$y_1 = 14.61x_2 + 114.7$

*...葉長の調査範囲

**...枝長の調査範囲。葉, 枝

長とも極大極小は除いた x_1 ...葉長(cm)

x_2 ...枝長(cm) y_1 ...葉面積(cm^2) y_2 ...葉数(枚)

第2図 枝長, 葉数, 葉面積, 葉長の相互関係(次郎)

第2表 枝 1m に対応する葉数* および
葉面積* の品種間比較

品 種	調査樹 数**	葉 数			葉 面 積		
		平均 値	標準 偏差	変異 係数	平均 値	標準 偏差	変異 係数
		枚	枚	%	cm ²	cm ²	%
次 郎	40	70.1	7.39	10.5	2,583	186.3	7.2
紋 平	38	59.3	5.54	9.3	2,802	163.4	5.8
平核無	26	55.3	4.25	7.6	2,789	153.9	5.5

*... 1 樹の全葉数 (全葉面積) ÷ 全枝長

**...1960~'63 年の間の延べ調査本数

関係の品種間比較のために、実験式を第 1 表にまとめた。その結果は、いずれの品種においても次郎と同様な関係を示し、枝長は葉数よりも葉面積との相関が高い。したがって、本研究では 1 樹当たりの結果量 (結果の程度) の多少の表現に枝 1m 当たりの収穫果数を用いることにした。参考のために枝 1m に対応する葉数、葉面積を第 2 表に示したが、これらは落葉が起こらなかったものと仮定しての値である。3 品種に共通なことは、葉数の変異係数が葉面積のそれよりも常に大きいことであつた。

III. 実験 結果

1. 果重と結果枝の長さとの関係および果
重の分散

収穫時の個々の果重と結果枝の長さ (本論文の場合、結果枝は収穫果のあつた枝と限定する) との関係は 1961, '62 年の両年に調査した。このうち、1961 年の次郎 2 本と紋平 1 本についての調査結果を第 3 図に示した。次郎 18 号樹および 4 号樹では、両樹ともに結果枝が長くなるにつれて、個々の果重が重くなるという正の相関がみられた。それらの直線回帰を求めると枝が 1cm 長くなるにつれて、約 1g (0.74~1.43g) の果重が増加した。それに対して、紋平 16 号樹では結果枝の長さで果重の間に相関がみられなかつた。相関の認められた次郎 18 号樹と 4 号樹の平均果重はそれぞれ 202g と 146g であり、また 200g 以上の果実の全収穫果中に占める割合はそれぞれ 53% と 1% であつた。これら 3 樹に共通なことは、同じ長さの枝でも約 100g の果重の分散のあることであつた。しかし、同じ長さの結果枝でも、次郎の例でみられるように、樹によつては 200g 以上の果実が形成される確率は異なるのである。このことは、果重に影響するものは同一樹内の結果枝の長短よりも、樹全体のおかれた条件がより大きな関係をもつものと考えられる。

次郎-18 号 $r=0.411^{***}$
 $y=1.43x+181.3$

次郎-4 号 $r=0.303^{***}$
 $y=0.74x+136.5$

紋平-16 号
 $r=-0.008$ N. S.

*...Significance at 0.05

**... " 0.01

***... " 0.001

x...枝長 (cm)

y...果重 (g)

第 3 図 果重と結果枝の長さ (1961 年の全収穫果の調査)

第4図 枝1m当たり果数と果重の分散(変異係数)

果重の変異係数が1樹当たりの結果量の増減に関連してどう変るかを調査したのが第4図である。1樹当たりの結果量(結果の程度)の多少の表示には、1樹の全収穫果数をその樹の新梢の長さの総計(全校長)で割った値を枝1m当たり果数として用いた。果重の変異係数と枝1m当たり果数との間には、調査数の少ない次郎に有意の正の相関がみられたが、それ以外の品種では相関がなく、結果量の多少にかかわらず7~15%の範囲であつた。ただしこれらの数値は1結果枝1果とするなどの摘果をしたことの効果も含まれているかもしれない。

第5図 結果枝長と果重との間の相関と枝1m当たり果数との関係(結果枝長と果重との間の相関が有意な場合と有意でない場合を区別して表示してある)

前述のように、結果枝の長さと果重との間の相関関係には有意性がある場合とない場合がみられたので、その原因を明らかにするために、第5図をまとめた。すなわち、結果枝の長さと果重との間の相関の有意性について、その有無の区別を明らかにするとともに、それらと結果量の割合(枝1m当たり果数)との関係を示した。品種別に、有意性の有無の点で多少の例外はあるが、枝

1m当たりの果数が多くなるにつれて、果重と結果枝の長さとの間に相関が認められる場合が多かつた。

2. 種子数と果重

1963年の収穫時に、任意に選んだ果実の重さと種子数の関係をみたのが、第6図Aである。次郎と富有では、両者の間に有意の正の相関があり、直線回帰を求めると種子1個の増加に対して約5gの果重の増加がみられた。しかし、紋平では、両者の間に有意の相関がなかつた。3品種に共通なことは同じ種子数でも果重の分散は約100gあつた。

平均果重が年により、樹によつて異なつたので、その原因を知るために、樹別の平均種子数と平均果重の関係を調べた。カキの品種の種子数の表示に摘果した果実を用いた報告⁽²¹⁾を参考にして、1963年7月上旬に摘果した果実と、さらに、一部の樹で8月上旬に摘果した果実の種子数の調査を行なつた。7月と8月の種子数の値に有意差を認めなかつたので、これらの数値を一応その樹の平均種子数とし、その年の平均果重との相関をみたのが第6図Bである。紋平では、有意な負の相関があつたが、次郎および富有では有意の相関は認められなかつた。

3. 結果量と平均果重

1樹の光合成能力と関連する新梢の長さの総計を基にした枝1m当たりの収穫果数と平均果重の関係をみたのが第7図である。A図は、次郎の年間差異を示したが、4年間を通じてみると、平均果重と枝1m当たり果数は負の相関を示した。同様なことを、品種間で比較したのがB図であり、供試した3品種とも0.1%水準で有意な負の相関を示した。

一般的に、結果量が少なくなれば平均果重の増加を示すのであるが、第7図を詳細にみると平均果重の最大のものが必ずしも結果量が最少のものとは限らないし、また、結果量が少なくても平均果重の小さい場合もあつた。

4. 結果量と収量

1樹の全校長(新梢の長さの総計)で収量を割つた値を、枝1m当たり収量とし、それと枝1m当たり果数との関係を第8図に示した。A図は次郎の年間差異であるが、4年間を通じて正の相関がみられた。同様に品種間比較をB図にみると3品種とも、0.1%水準で有意な正の相関を示した。これは果実収量は収穫果数に依存する割合が大であることを示している。

以上のことを平均果重の推移と対比させて考えると、

第6図 果実重量と種子数との関係 (A...果実個体別, B...1樹の平均)

第7図 平均果重と枝1m当たり果数との関係 (A...次郎の年次別変異, B...品種間差異)

第7図では、結果量を示す枝1m当たり果数が多くなれば平均果重の減少することを示したが、第8図では、そのようなことを考慮に入れても1樹当たりの収量は1樹当たりの結果量と正の相関にあることを示している。

IV. 考 察

果実重量に影響する要因に関する研究は、これまで、同一樹内の果重の分散を対象とし、また、要因を個別的に研究する機会が多かった。本研究においては、果重が樹全体として年により、樹により、どのように変化したかを2, 3の要因と関連させて調査したので、その中で特に平均果重が何によつて影響されるかということに重点を置いて考察を進めた。

果実に影響する要因として、結果枝の長さ、種子数および1樹当たりの結果量の多少(枝1m当たり果数)を選んだ。結果枝の長さとも果重の相関関係の有意性は、枝1m当たり果数の多い場合、すなわち、1樹当たりの結果量の多い場合に高く認められ、枝1m当たり果数の少ない場合に低い傾向にあった。このことはおそらく後者では果実の肥大に関係のある光合成生産物が必要限界以上に供給されるからと思われる。

種子数と果重の関係については、これまでにも正の相関があるとする報告^(1,4,6)と、それが認められないという報告⁽⁹⁾とがあり、本実験の結果においても両方の場合を含んでいた。しかし、供試3品種においては、平均果重と平均種子数の間に正の相関はみられなかった。

要するに以上の結果からみて、結果枝の長さや、種子数は、果重に影響する要因の中でも他の要因によつて容易に影響を受ける副次的なものと思われる。

これらに比して、平均果重と常に相関のあつたのは1樹当たりの結果量の多少を示す枝1m当たり収獲果数のみであつた。このことから平均果重に影響する主要因は1樹当たりの結果量の割合であると推定した。

果実に影響する要因の個別的な研究は多数報告され、しかも、その結論が多岐にわたつていたので、これらを要因相互の比較の面から考える。要因の個別的な研究の中で一致した

第8図 枝 1m 当たり果数と収量の関係
(A: 次郎の年次別変異 B: 品種間差異)

結論が得られたのは、1果当たり葉数と果重の間に正の相関が認められたことである(3,11,12,18,22,23)。それに比して、たとえば、結果枝が長いほど果実が大きくなるという報告(17,23,24)は多いが、両者の間に関係がないという報告(11)もあり、異なる結論もみられるが、これはすでに述べたように、本実験の結果、結果枝の長さや果重との相関関係の有意性は1樹当たりの結果量の割合の多少によつて異なる傾向が示された(第5図)ことによつて理解されよう。すなわち、1樹当たりの結果量が多ければ、結果枝の長さや果重に相関が認められ、少なくなれば両者の間に相関がなくなる。このことは、結果枝の長さが果重に影響を与えるのは1樹当たりの結果量がかかなり多いというような、ある特定の条件の範囲内で生じることである。これに対して、前記の1果当たり葉数と果重に正の相関がみられたのは、1果当たり葉数は本研究で果重に影響する主要因と推定した枝 1m 当たり収穫数と同様な意味を有するものであり、また、それは主要因が副次的要因の影響を受け難いことを示すものと考えられる。

これらの現象は、果実重量に影響する要因を研究する際に重要なことと思われる。すなわち、副次的要因の結果枝の長さや果重の相関は主要因と推定した枝 1m 当たり果数の増減によつて異なつた結果を示したことである。このことから、副次的な要因を研究する際には常に

それよりも上位の要因を含めた考察もしくは記録が必要であると考えられる。

V. 摘 要

1. 本調査は 1960~1963 年に、カキの 3 品種次郎、紋平および平核無について、1 樹当たりの果実 1 個平均重の年変異の主な原因を調べるために行なつたものである。果実の摘果は 1963 年の一部の樹を除いて、毎年 7 月上旬に 1 結果枝当て 1 個の割合でなされた。

2. 新梢の長さや葉面積の間、および葉数と葉面積の間の相関をそれぞれ求めたのに、前者においては、後者におけるよりも高い係数を示した。したがつて 1 樹当たりの結果量の多少をあらわす指標として、結果枝および不結果枝を含めて全枝長で総果実数を除した値、すなわち新梢 1m 当たりの着果数を用いた。

3. 1 樹当たりの結果量(枝 1m 当たりの収穫果数)と果実 1 個の平均重との間には常に有意の負の相関がみとめられた。しかしながら、結果枝の長さや含種子数と個々の果実重量との間には、有意の正の相関が常にあるとは限らず、ときに存在する程度であつた。

したがつて、1 樹当たりの結果量は、結果枝の長さや含種子数よりも、果実 1 個の平均重に対し、常に有力に作用した。

4. 果実 1 個の平均重は、同一樹においても年により、また同じ年であつても樹が異なれば、150~250g の間で変異した。果重の分散を示す変異係数は結果量の多少にかかわらず 7~15% であつた。1 樹当たりの収量は、常に結果量(結果数)との間で有意の正の相関を示した。

参 考 文 献

1. 浅見与七・胡昌熾. 1928. 梨に於ける果実の大きさと二、三の形質との相関関係に就て. 農及園. 3(3): 247~258.
2. 渥美樟雄・中村三夫. 1959. カキ果の蒂の生理生態学的研究(第1報). 園学雑. 28(3): 170~176.
3. CHANDLER, W. H. & A. J. HEINICKE. 1926. The effect of fruiting on the growth of Oldenburg apple trees. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 23: 36~46.
4. 遠藤政太郎. 1937. 葡萄果粒の大きさに及ぼす種子の影響. 園研集録. 2: 147~155.
5. HALLER, M. H. & J. R. MAGNESS. 1925. The relation of leaf area to the growth and composition of apples. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 22: 189~196.

6. 羽鳥信吉. 1927. 久保柿に於ける種子の形成が果実の形質に及ぼす影響に就て. 農及園. 2 (3): 249~264.
7. 平野 暁・森岡節夫・長門雄平. 1958. ビワの種子数, 葉数, 花房の大きさなどと果実重量との関係. 千葉農試報告 3: 64~68.
8. 岩崎藤助. 1961. カンキツの隔年結果防止に関する研究 (第4報). 園学雑. 30 (2): 103~110.
9. 梶浦 実. 1934. 柿の *Metaxenia* に関する研究 (第1報). 園学雑. 5 (2): 259~271.
10. 梶浦 実編. 1958. カキ, クリ. 農文協.
11. 川口正英. 1929. 桃の果実に関する二, 三の調査. 農及園. 4 (6): 694~699.
12. ————. 1933. 温州蜜柑の果実の發育に対する葉の影響. 農及園. 8 (8): 1903~1908.
13. ————. 佐宗久雄. 1937. 日本梨に於ける葉面積と果実の發育. 園学雑. 8 (1): 189~192.
14. 岸本 修. 1963. カキの摘果の基準に関する研究. 園学雑. 32 (3): 168~174.
15. MAGGS, D. H. 1960. The effect of number of shoots on the quantity and distribution of increment in young apple-trees. Ann. Bot. N. S. 24: 345~355.
16. MAGNESS, J. R., F. L. OVERLEY & W. A. LUCE. 1931. Relation of foliage to fruit size and quality of apples and pears. Wash. Agr. Exp. Sta. Bull. 249.
17. 長田 実. 1927. 柑橘に関する試験成績. 園芸講演集. 91~95.
18. 新津 宏・梶浦 実. 1933. 桃の葉面積と果実との関係. 園学雑. 4 (1): 81~87.
19. ————. 1935. 再び桃の摘果に就いて. 園芸之研究. 31: 6~16.
20. 大垣智昭・藤田克治・伊東秀夫. 1963. 温州ミカンの隔年結果に関する研究 (第3報). 園学雑. 32 (1): 13~19.
21. 大崎 守. 1935. 柿に関する調査. 園芸之研究. 31: 39~54.
22. 佐宗久雄. 1937. 柿に於ける葉面積と果実の發育. 園芸之研究. 33: 25~33.
23. 佐藤公一. 1946. 葡萄の葉数と結果との関係. 農及園. 21 (7): 295~296.
24. 重田利夫・安延義弘. 1958. 柿の果実に関する調査. 昭 31 年度果樹研究年報: 246~247.
25. 傍島善次. 1959. 柿. 朝倉書店.

抄 録

受光量がリンゴ幼樹の炭水化物生産量に及ぼす影響

リンゴの台木品種 MM 106 の 1 年生樹を, 自然光下および粗いネットを用いて受光量を自然光の 78, 41, 24% に調節した条件下におき, 樹体内の炭水化物含量の変化を次の 6 時期にわたって調査した。

S. 1-萌芽期, S. 2-展葉開始期, S. 3-伸長開始期, S. 4-伸長中期, S. 5-伸長停止期, S. 6-落葉期。

結果は次のように要約される。

1) 樹体の総乾物生産量は受光量に著しく左右されたが, 炭水化物組成には, 処理による差がほとんどみられず, 新梢内のでんぶん, 新根内のフロリジンおよびヘミセルローズ含量に有意差がみとめられるのみであつた。すなわち, 新梢内のでんぶんは自然区の方が生長期の大部分を通じて 24% 区よりも少なく, 新根のフロリジンとヘミセルローズはその逆であつた。

2) S. 1. では, 旧梢から炭水化物が奪われたがその減少量は, 受光量の違いにほとんど影響されなかつた。

しかし, その回復は受光量に左右され, 自然光下では萌芽期の状態まで回復するのに 46 日しかかからなかつたが, しや光の程度が強いほど遅れ, 24% 区では 108 日かかつた。なお, 有効な炭水化物量の回復に要した積算光合成量は, 4 区ともほぼ同量であつた。

3) S. 3~S. 4 では, 新しく生長した部分の総炭水化物増加量および残渣の乾物増加量は, 受光量と顕著な関連がみられた。しかし, その増加率には処理間の差はほとんどなかつた。

以上の結果から, 生長期における樹体内の炭水化物含量は, 光の影響から独立している時期と, これに左右される時期があると考えられる。(杉山操子)

PRIESTLEY, C. A. 1963. The carbohydrate resources of young apple-trees under four levels of illumination. Ann. Bot. (Lond.) 27: 435-446.