

モモの果実糖度に関する年次気象適応性の品種間差異と気象要因

千々和浩幸・林 公彦・牛島孝策

果実糖度を品質の指標としてモモの早生及び中生品種の気象の年次変動に対する適応性について、7年間のデータをもとに果実糖度の分散とFinlay and Wilkinsonの回帰分析を用いて評価した。Finlay and Wilkinsonの定義に準じて、年次気象適応性が高いということは好気象や不良気象に対して供試品種の平均糖度よりも高い値を示すこととした。早生品種には全ての年次に適応性を示す品種はなかったが、‘さおとめ’は不良気象年に適応性が高い品種、‘武井白鳳’は好気象年に適応性が高い品種であった。中生品種では‘あかつき’が全ての年次に適応性が高い品種であった。モモの果実糖度と収穫15日前から収穫最盛期までの気象要因との関係は、品種により異なったが、早生品種では降水量との間に相関の高いものが多く、中生品種では日照時間との間に相関の高いものが多かった。

[キーワード: モモ, 果実糖度, 年次気象適応性, Finlay and Wilkinsonの回帰分析]

Adaptability of Peach Varieties to Annual Climate and Climatic Elements Concerning Sugar Contents of Fruit. CHIJIWA Hiroyuki, Kimihiro HAYASHI and Kosaku USHIJIMA (Fukuoka Agric. Res. Cent., Chikushino, Fukuoka 818, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent.* 14: 146-149 (1995)

The adaptability of peach varieties (early ripening varieties and medium ripening varieties) to annual climate concerning sugar contents of fruit was analyzed by Finlay and Wilkinson's method, using data of 7 years (1987-1993) observation. According to Finlay and Wilkinson, adaptation was defined as having high sugar contents than average sugar contents of all materials in each annual climate. Early ripening varieties usually not adapted well to all annual climate but 'TAKEIHAKUHO' adapted well to favorable annual climate and 'SAOTOME' adapted well to unfavorable annual climate. 'AKATSUKI', a medium ripening varieties, adapted well to all annual climate. Sugar contents of fruit were correlated with climatic elements for 15 days before harvest. In most cores of early ripening varieties, it was correlated with precipitation and in most cores of medium ripening varieties, it was correlated with hours of sunshine.

[Key words: Peach, Sugar contents, Adaptability to annual climate, Finlay and Wilkinson's regression coefficient]

結 言

果実の品質を評価する場合、糖度の他に酸味、肉質、香り、果重、果汁量⁶⁾も考慮する必要があるが、モモにおいては糖度⁴⁾が果実品質における最も大きな要因であることが知られている。落葉果樹のなかで、モモの果実糖度は年次による変動がもっとも大きく、加藤²⁾は‘白鳳’において収穫前15日間の最高気温の平均値（以下最高気温と称す）と降水量が糖度に影響を及ぼすことを明らかにしている。しかし、環境変化に対する反応の品種間差についての報告は少ない。Finlay and Wilkinson³⁾は、オオムギの環境適応性を評価する上で、栽培地や年次を異にした環境に対して収量をあげる能力を指標としている。清家⁵⁾は、Finlay and Wilkinsonの回帰分析を応用してニホンナシの果実糖度の環境適応性の評価を行っているが、この手法を用いてモモの環境適応性の評価を行った報告は見あたらない。本報では、気象の年次変動に対して高い適応性を持つ品種を選定することを目的に、果実糖度を果実品質の指標とし、この手法を用いてモモ早生品種及び中生品種の年次気象適応性を検討した。また、果実糖度と気象要因の関係について品種ごとに解析をおこなったので報告する。

試 験 方 法

場内で優良品種選抜試験に供試しているモモの早生品種及び中生品種を用い、1987～1993年の7年間、果実の糖度を調査した。品種は、1982年度の全国落葉果樹試験成

績検討会による熟期区分¹⁾に基づき‘さおとめ’、‘布目早生’、‘砂子早生’、‘竹井白鳳’、‘朝倉早生’を早生品種とし、‘日川白鳳’、‘八幡白鳳’、‘あかつき’、‘のと早生’、‘勘助白桃’、‘千曲’、大玉系福島‘白鳳’を中生品種とした。糖度は1品種につき1区2～3樹、1樹当たり10果を供試し、屈折糖度計を用いて測定した。

果実糖度の品種間差、年次間差について分散分析により有意差の検定を行った。また、糖度に対する各品種の気象の年次変動に対する適応性について、Finlay and Wilkinsonの回帰分析³⁾を使って解析した。この分析では、供試品種全体の平均糖度が高い年を好気象年、低い年を不良気象年とした。年次気象適応性が高いということは好気象や不良気象に対して供試品種の平均糖度よりも高い値を示すこととし、また気象に対する安定性は気象の好・不良にかかわらず、毎年一定の糖度が保たれることとした。次に、年次ごとの供試品種の平均糖度と各品種の糖度との関係について回帰係数を求め、年次気象適応性を評価した。各品種の果実糖度と気象要因との関係は、収穫15日前から収穫最盛期までの最高気温、降水量及び日照時間の半旬ごとのデータを用いて解析した。

結 果

第1表に、1987～1993年まで7年間の早生品種の糖度を示した。‘さおとめ’及び‘武井白鳳’は平均糖度が10度以上と高い値を示し、‘さおとめ’は分散が小さく年次変動が小さいのに対し、‘武井白鳳’は分散が大きく、年

次変動が大きかった。‘布目早生’、‘砂子早生’、‘朝倉早生’は、早生品種の平均糖度よりも低い値を示し、‘布目早生’は年次変動は小さく、‘砂子早生’、‘朝倉早生’は年次変動が大きかった。

第2表に1987～1993年まで7年間の中生品種の糖度を示した。‘勘助白桃’、‘千曲’、‘あかつき’、‘のと早生’は中生品種の平均糖度より高い値を示し、年次変動は‘のと早生’が小さかった。‘日川白鳳’、‘八幡白鳳’及び福島系大玉‘白鳳’が中生品種の平均糖度よりも低く、‘日川白鳳’は年次変動が大きかった。

早生及び中生品種の平均糖度の品種間差、年次間差についての分散分析の結果を第3、4表に示した。早生品種、中生品種ともに、品種間及び、年次間に有意な差が認められた。また、年次間の変動は品種による差異が認められた。次に、早生品種及び中生品種の平均糖度と各品種の糖度の回帰分析の結果を第5表に、早生品種の平均糖度と早生各品種の糖度との回帰直線を第1図に示した。波線は全品種の平均糖度を示しており、回帰係数は1である。各品種の回帰直線がこの線よりも上にあれば平均よりも高い糖度であることを示し、下であれば平均糖度よりも低いことを示す。また、それぞれの回帰直線の傾きが、平均安定性である波線よりも小さい場合は、安定性が高い、すなわち不良気象年に強いことを示し、これが平均よりも大きい場合には好気象年に対して適応性が高いが、不良気象年に対しては適応性が低いことを示している。‘武井白鳳’は安定性が低く、好気象年では高い糖度を示すが、不良気象年には低い糖度を示した。‘布目早生’は安定性が高いが、好気象年でも不良気象年でも低い糖度を示した。‘さおとめ’

第1表 早生品種の年次別糖度及び平均糖度

供試品種 (年)	さおとめ (%)	布目早生 (%)	砂小早生 (%)	武井白鳳 (%)	朝倉早生 (%)	早生品種の平均糖度 (%)
1987	11.4	9.7	10.0	10.5	8.6	10.0
1988	11.5	9.8	9.9	11.9	11.8	11.0
1989	8.8	10.7	9.3	10.9	11.8	10.3
1990	10.8	10.1	10.5	9.6	9.6	10.1
1991	9.8	8.1	7.1	7.5	8.0	8.1
1992	10.0	10.4	11.6	11.9	10.2	10.8
1993	9.1	8.7	7.7	8.5	7.9	8.4
平均糖度	10.2	9.6	9.4	10.1	9.7	9.82
分散	0.98	0.74	2.13	2.43	2.32	1.11

第2表 中生品種の年次別糖度及び平均糖度

供試品種 (年)	日川 白鳳 (%)	八幡 白鳳 (%)	あか つき (%)	のと 早生 (%)	勘助 白桃 (%)	千曲 (%)	大玉系 福島 白鳳 (%)	中生品種の平均糖度 (%)
1987	10.7	9.3	11.9	11.5	10.3	10.8	8.4	10.4
1988	11.6	12.4	15.0	13.2	12.4	13.2	11.0	12.7
1989	14.7	13.2	13.6	12.5	12.7	13.1	11.7	13.1
1990	9.9	11.5	14.3	10.9	13.8	12.1	10.1	11.8
1991	8.2	9.6	12.5	11.7	12.6	11.2	9.2	10.7
1992	8.9	10.6	12.2	11.7	9.74	10.8	11.4	10.8
1993	8.0	9.3	10.5	11.1	10.5	9.4	8.6	9.6
平均糖度	10.3	10.8	12.9	11.8	11.7	11.5	10.1	11.3
分散	4.70	2.13	2.05	0.55	2.00	1.60	1.59	1.36

は安定性が高く不良気象年には比較的高い糖度を示すが、好気象年では全品種の平均糖度よりも低くなった。

中生品種の平均糖度と中生各品種の糖度との回帰直線を第2図に示した。‘日川白鳳’は安定性が低く、好気象年には高い糖度を示すが、不良気象年では低い糖度を示した。‘のと早生’は安定性が高く、好気象年でも不良気象年でも糖度があまり変わらない安定した性質を示した。‘あかつき’は各年次とも高い糖度を示した。福島系大玉‘白鳳’は安定性は高いが、各年次とも全品種の平均糖度よりも低い値を示した。

各品種の果実糖度の安定性の尺度である Finlay and Wilkinson の回帰係数と果実糖度の分散の関係を第3、4図に示した。早生品種、中生品種ともに、回帰係数と分散の間に有意な正の相関が認められた。

6～7月の気象表を第6表に、早生及び中生品種の果実糖度と各品種の収穫15日前から収穫最盛期までの気象要因の相関係数を第7表に示した。早生品種における果実糖

第3表 モモ早生品種の果実糖度の分散分析

要 因	S S	D F	M S	F 値 ¹⁾
年 次	380.2	6	63.4	54.082**
品 種	32.6	4	8.1	7.045**
交互作用	209.4	24	8.7	7.548**
誤 差	364.1	315	1.2	
合 計	986.2	349		

1) **1%水準で有意差あり

第4表 モモ中生品種の果実糖度の分散分析

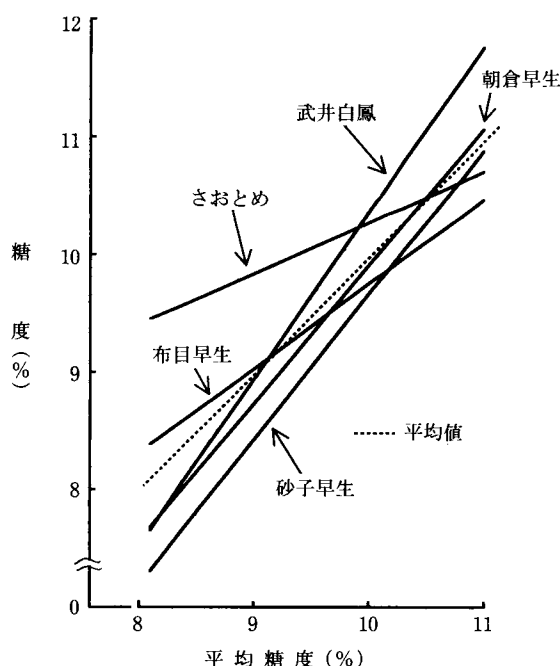
要 因	S S	D F	M S	F 値 ¹⁾
年 次	687.6	6	114.6	85.089**
品 種	382.8	6	63.8	47.372**
交互作用	349.0	36	9.7	7.199**
誤 差	594.0	441	1.3	
合 計	2013.4	489		

1) **1%水準で有意差あり

第5表 モモ早生及び中生品種の平均糖度と各品種の糖度の回帰分析の結果

熟期区分	品種名	回帰係数	相関係数 ¹⁾ (r)
早生品種	さおとめ	0.44	0.462
	布目早生	0.73	0.885**
	砂子早生	1.24	0.894**
	武井白鳳	1.42	0.962**
	朝倉早生	1.17	0.811*
中生品種	日川白鳳	1.56	0.838*
	八幡白鳳	1.21	0.968**
	あかつき	1.09	0.889**
	のと早生	0.45	0.703
	勘助白桃	0.80	0.656
	千 曲	1.06	0.982**
	大玉系福島白鳳	0.84	0.773*

1) *5%水準, **1%水準で有意



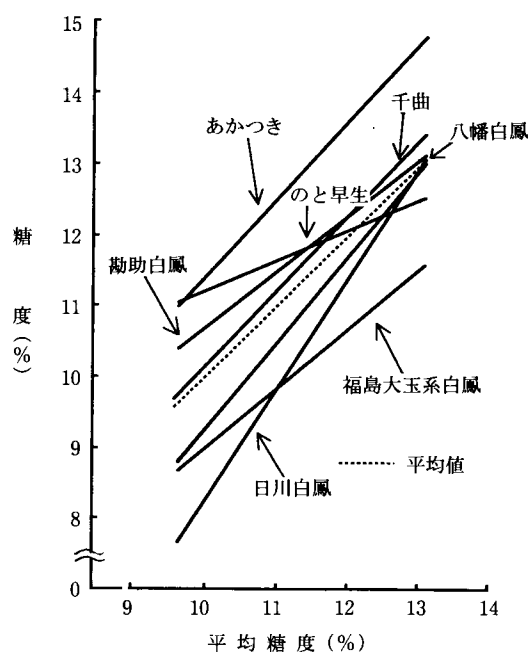
第1図 モモ早生品種の平均糖度と各品種の糖度の関係

度は「布目早生」,「竹井白鳳」,「朝倉早生」において降水量と有意な負の相関が認められた。中生品種では,「日川白鳳」,「八幡白鳳」が降水量と有意な負の相関が認められ,日照時間とは「日川白鳳」,「八幡白鳳」,「あかつき」,「勘助白桃」で有意な正の相関が認められた。

考 察

Finlay and Wilkinson³⁾はオオムギの環境適応性について,好環境・不良環境のそれぞれに対して供試品種の平均収量よりも高い値を示した場合,その環境に適応性があるとし,好環境で供試品種の平均収量よりも高い値を示すものを好環境に適応性が高い品種,不良環境で平均収量よりも高い値を示すものを不良環境に適応性が高い品種,好環境・不良環境ともに平均収量よりも高い値を示すものを全ての環境に適応性が高い品種としている。また,安定性は環境の好・不良に左右されにくく,毎年一定の収量が保たれることとしている。

果実糖度の安定性の尺度である Finlay and Wilkinson の回帰係数は,各品種の果実糖度の分散と高い相関を示すことから,モモの品種の年次気象に対する果実糖度の安定性を評価する上では,果実糖度の分散だけでも推測できる



第2図 モモ中生品種の平均糖度と各品種の糖度の関係

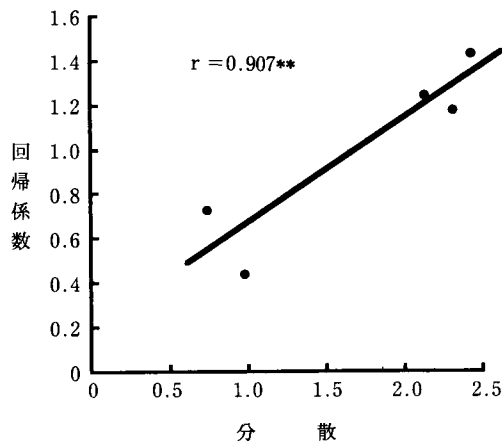
と思われる。しかし,各品種の果実糖度が年次気象の変化に対しどのような反応を示すかは,品種ごとの平均糖度と分散からだけでは十分に推察できない。たとえば,早生品種では,「さおとめ」及び「武井白鳳」が同程度の高い糖度を示すが,「さおとめ」の糖度の分散は小さく,「武井白鳳」の糖度の分散は大きいことから「さおとめ」の果実糖度は高く安定性が高いのに対し「武井白鳳」の果実糖度は高いが安定性が低く,「さおとめ」が,より望ましい特性を持っていると推察される。しかし,Finlay and Wilkinson の回帰分析の結果から得られたモモの早生品種の平均糖度と各品種の糖度との回帰直線からは,「さおとめ」は果実糖度の安定性が高いため,不良気象年で早生品種の平均糖度を上回るが,好気象年でも果実糖度が上がらず早生品種の平均糖度よりもやや低くなる傾向があると評価された。一方,「武井白鳳」は果実糖度の安定性が低いため,不良気象年では早生品種の平均糖度を下回るが,好気象年になると果実糖度が大きく向上し早生品種の平均糖度よりも高くなる傾向があると評価された。

今回供試した早生品種では,「さおとめ」は不良気象年に適応性が高い品種,「武井白鳳」は好気象年に適応性が高い品種,「布目早生」,「砂子早生」は全ての年次に適応性が低い品種,「朝倉早生」は中間的な品種と分類した。

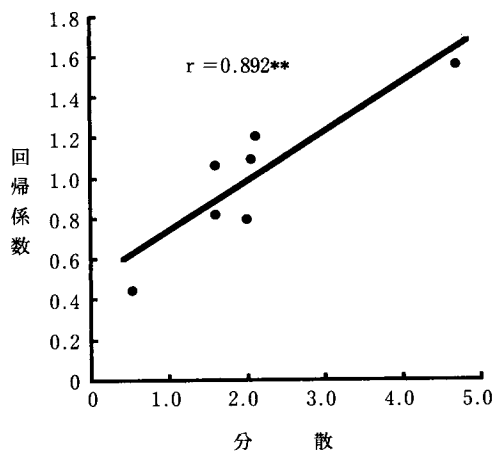
第6表 1987年～1993年の気象表¹⁾

			1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
6月	最高気温	℃	26.5	25.9	25.6	27.9	26.3	24.9	25.6
	降水量	mm	296.0	354.0	161.5	380.0	488.0	314.5	346.5
	日照時間	h	135.7	90.3	98.5	115.8	44.7	89.6	65.5
7月	最高気温	℃	29.2	29.7	29.8	31.5	29.5	28.6	27.4
	降水量	mm	513.5	370.0	122.0	180.5	740.5	151.5	277.5
	日照時間	h	89.2	105.8	122	154.8	73.2	67.7	56.3

1) 場内の気象観測データ, 早生品種の収穫最盛期の平年値は6月19日～7月2日, 中生品種の収穫最盛期の平年値は7月8日～7月22日



第3図 モモ早生品種の果実糖度の分散とFinlayの回帰係数の関係



第4図 モモ中生品種の果実糖度の分散とFinlayの回帰係数の関係

中生品種では‘あかつき’は全ての年次に適応性が高い品種, ‘のと早生’は不良気象年に適応性が高い品種, ‘日川白鳳’は, 好気象年に適応性が高い品種, 福島系大玉‘白鳳’は全ての年次に適応性が低い品種, ‘八幡白鳳’, ‘千曲’, ‘勘助白桃’は中間的な品種と分類した。

Finlay and Wilkinsonの手法では, 環境の良・不良の基準(この回帰分析での説明変数に当たる)を年次ごとの全供試品種の環境生産力(ここでは糖度)の平均値を指標にしているため, 安定性の尺度である回帰係数は同時に供試した他の品種の影響を強く受けることとなり, 多数の供試品種を入れ換えた場合にはその結果も異なってくる可能性がある⁵⁾。また, 環境生産力を指標にした場合には, 実際にどのような環境が品種の適応性に影響したのかが明らかでないという欠点もある⁵⁾。そこで, 果実糖度の平均値に変わって気象要因を説明変数として利用できないか検討した。気象要因との相関が認められなかった‘さおとめ’, ‘のと早生’, 福島系大玉‘白鳳’はいずれも回帰係数が1以下で果実糖度の安定性が高いことから気象の影響を受けにくいと考えられる。また, ‘勘助白桃’は今回供試した

第7表 モモ早生及び中生品種の果実糖度と気象要因の相関係数

品種名	気象要因 ^{1,2)}		
	最高気温	降水量	日照時間
早生品種	さおとめ	0.179	0.246
	布目早生	-0.029	-0.819*
	砂子早生	-0.013	-0.498
	武井白鳳	-0.297	-0.807*
	朝倉早生	-0.035	-0.766*
中生品種	日川白鳳	0.249	-0.780*
	八幡白鳳	0.047	-0.850*
	あかつき	0.568	-0.149
	のと早生	0.279	0.057
	勘助白桃	0.939**	-0.262
	千曲	0.520	0.105
	大玉系福島白鳳	0.175	-0.29

1) 最高気温は日最高気温の15日間の平均値, 降水量・日照時間は15日間の積算値(1987~1993)

2) *5%水準, **1%水準で有意

品種の中で唯一最高気温との間に有意な正の相関があり, 他の品種とは気象に対する反応が異なっている可能性がある。このように, 気象要因との相関が低いものや, 気象への反応が他の品種と異なっているものはFinlay and Wilkinsonの回帰係数が低くなる傾向にあるが, このことは同時にFinlay and Wilkinsonの回帰係数の有意性が低下する原因となっていると考えられる。モモの果実糖度と収穫15日前から収穫最盛期までの気象要因との関係は品種により異なるが, 早生品種では降水量との間に相関の高いものが多い, 中生品種では日照時間との間に相関の高いものが多い。したがって, 早生品種では降水量が, 中生品種では日照時間が説明変数として利用できる可能性が示唆された。しかし, 他の気象要因に影響を受ける品種もあるため, 他の気象要因を含めた重回帰分析により, 年次気象を数値化する方法がより望ましいと思われる。

引用文献

- 1) 金戸橘夫(1982)わが国のモモの品種を考える。果実日本10: 92~96。
- 2) 加藤公道(1984)モモの水管理と果実品質。農業技術体系6基本技術編: 43~48
- 3) FINLAY, K.W. and G.N. WILKINSON (1963) The Analysis Of Plant-Breeding Programme. Aust. J. Agric. Res. 14: 742~754
- 4) 大和田隆夫・小沢百合子・山下市二・飯野久栄(1981)果実類の糖および酸含量と嗜好に関する研究。第2報モモ・スモモについて。食総研報38: 67~72
- 5) 清家金嗣(1975)日本ナシの環境適応性の評価に関する研究。果樹試報A2: 1~17
- 6) 壽松木章・村上ゆり子・間宇谷徹(1990)モモ果実のうまさと甘味に関係する要因。果樹試報17: 91~98