

‘ゴールド二十世紀’ 果実の糖蓄積に及ぼす葉果比の影響

池田隆政^{1,2}・田村文男^{3*}・吉田 亮²¹鳥取大学大学院連合農学研究科 680-8553 鳥取市湖山町南 4-101²鳥取県園芸試験場 689-2221 鳥取県東伯郡北栄町由良宿 2048³鳥取大学農学部 680-8553 鳥取市湖山町南 4-101

Effect of Leaf-Fruits Ratio on Sugar Accumulation of Japanese Pear ‘Gold Nijisseiki’ Fruits

Takamasa Ikeda^{1,2}, Fumio Tamura^{3*} and Akira Yoshida²¹United Graduate School of Agricultural Sciences, Tottori University, Koyama-cyo, Tottori 680-0945²Tottori Horticultural Experiment Station, Hokuei, Tottori 689-2501³Faculty of Agriculture, Tottori University, Koyama-cyo, Tottori 680-0945

Abstract

We estimated Brix values of Japanese pear ‘Gold Nijisseiki’ fruit on the tree using a portable non-destructive near infrared spectrometer to compare net Brix value of the fruit during the 30-day period before harvest at different fruit load. Although the bias (mean of difference between actual Brix value and non-destructively derived value) differed on each measurement day, the correlation between estimated and measured values was high. Therefore, estimated Brix value of tree fruit could be used to adapt a bias correction for each measurement time. The increase in Brix value during 30 days before harvest for 5 seasons ranged from 1.4% to 2.3%. Thus, we could predict Brix value of mature fruit using an estimated Brix value of the tree fruit 30 days before harvest. Fruit load was regulated to 4, 6, 8, and 10 fruit per one meter length of lateral branch 30 days before harvest, and then the changes in fruit Brix value were estimated using the described method until harvest. The lower fruit load resulted in the higher increase in Brix value from 2 weeks after treatment. Defoliated branches showed a lower increase in Brix value than control branches, even if they had the same fruit load. Therefore, we concluded that the leaf-fruit ratio affects sugar accumulation during maturation in Japanese pear fruit and that an appropriate ratio to produce fruit having adequate Brix value (greater than 11) was 35/50.

Key Words : fruit load, high quality fruit, non-destructive near infrared spectrometer

キーワード : 着果密度, 非破壊糖度センサー, 高品質果実

緒 言

青ナシの代表品種である‘ゴールド二十世紀’は、鳥取県の主要品種だが、他県の主要品種である赤ナシの代表品種‘幸水’‘豊水’に比べると糖度が低いため、栽培管理や天候によっては、低糖度の果実が多く市場に流通し、不評をかう場合がある。

これまで、ニホンナシの糖度向上技術については、着果管理や剪定、新梢誘引等に関する検討が行われている(金子ら, 1988; 松浦ら, 1976; 高橋ら, 1994; 山田ら, 1991; 安延ら, 1978; 吉岡ら, 1973)。これらの研究は、糖度向上のポイントとして、果そう葉の日当たり改善や葉面積指数に

注目して行われているが、主枝、垂主枝単位で処理区を設けた大規模な試験が多いため、新梢量等他の要因の影響を受け、葉枚数が糖度の上昇にどの程度関わっているかについては不明確な点が多い。これまで、葉果比のみに注目し、葉枚数と糖度の関係を調査した事例としては、白田ら(1987)らの報告以外にない。休眠期の剪定で花芽数を制限する‘ゴールド二十世紀’の栽培において葉果比と糖度の関係を明確にすることは、剪定の指針を示す上で非常に重要である。

一方、果実の糖度を近赤外分光分析法により非破壊状態で推定する装置が開発され、1989年以降、全国の選果場に普及が進んでいる(木村, 2003)。ニホンナシについてもこの方法により成熟果および生育中の果実糖度が高い精度で推定出来ることが示されている(小島ら, 1994; 坂本ら, 2001)。また、近年は近赤外分光法を用いて樹上の果実糖度を非破壊で測定できる携帯型非破壊糖度センサー(以下糖度センサーと表記)が開発され、リンゴでは、未熟果の測

2007年5月7日 受付. 2007年9月26日 受理.

本報告の一部は園芸学会平成15年度秋季大会および18年度秋季大会で発表した。

* Corresponding author. E-mail: tamura@muses.tottori-u.ac.jp

定による収穫適期の把握や品質予測への利用が報告されている(別所, 2004)。

そこで, 本研究では, ‘ゴールド二十世紀’の高糖度果実の安定栽培技術確立に向け, 糖度センサーの利用による未熟果の糖度推定技術を検討し, 収穫期の糖度を収穫1か月前に予測できるか否かについて調査した。また, 糖度センサーを用いて成熟期(収穫前1か月間)における葉果比と果実の糖度の関係についても詳細に調査した。

材料および方法

試験1. 携帯型非破壊糖度センサーによる樹上果実の糖度測定

加温ハウス栽培(満開日3月20日)および露地栽培(満開日4月6日)のニホンナシ(*Pyrus pyrifolia* (Burm. f.) Nakai) ‘ゴールド二十世紀’(台木マンシュウマメナシ: *P. betulaefolia* Bunge 加温栽培樹は8年生, 露地栽培樹は15年生)を供試した。各作型の収穫期の1か月前に樹上の果実60果を選んで調査果とした。調査果の陽光面赤道部1ヶ所に油性インクで印を付け, 印部分を中心に左右約2cm離れた2か所の糖度を糖度センサー(クボタ社製, K-BA100)により, 約7日間隔で収穫日まで計測した。屋外における調査時には, 外光が果実に当たらないよう, センサーのプロープと果実を黒色布で覆いながら測定した。各調査日には, 樹上調査果以外の60果について糖度センサーにより樹上で糖度を計測した後収穫した。この果実の果肉を印の部分を中心に直径約4cm深さ1cmの円筒状にくりぬき, 果汁の糖度(Brix)をデジタル式屈折糖度計(アタゴ, DBX-55)により測定し, 糖度センサーの推定値と比較した。

また, 露地栽培では, 収穫1か月前(8月10日前後)の樹上果実の糖度と, その果実の収穫時の糖度調査を上記調査も含めて5年間(2002年~2006年)行い, 収穫前1か月の糖度変化について調査した。この調査には, 2002年は50果, 2003, 2005, 2006年は80果, 2004年は140果を供試した。

試験2. 葉果比の変更が果実品質に及ぼす影響

鳥取県園芸試験場のは場内に植栽した‘ゴールド二十世紀’10樹(10年生)を供試した。収穫予定時期の約1か月前(2005年7月26日)に1樹につき5本の形質のそろった側枝(3~4年生)を選択し, それまで側枝長1m当たり10果として管理していた着果密度を側枝単位で10果, 8果, 6果, 4果・ m^{-1} に調整した。6果・ m^{-1} の処理は側枝2本に行い, 1本は摘葉と新梢の切除により葉枚数を約半分にした(第1表)。着果密度調整後, 処理側枝の着果部位両端に環状はく皮を行い, この範囲の葉枚数を調査した。また, 各区20果(1側枝2果×10本)にラベルを付け, 糖度センサーを用いて, 処理3日後(7月29日)と処理2週間後(8月10日)における樹上の果実糖度を試験1の方法に従って推定した。各調査日には処理区以外の果実30果を破壊調査して屈折糖度計による測定値と糖度センサーによ

第1表 処理側枝の形態の比較

処理区	側枝長 (cm)	葉枚数	葉果比	新梢本数
10果・ m^{-1}	139 ± 13.3 ^z	306 ± 33 (28.0) ^y	22.3 ± 0.4	4.5 ± 1.1
8果・ m^{-1}	146 ± 7.2	296 ± 29 (31.9)	26.2 ± 1.5	4.4 ± 1.0
6果・ m^{-1}	133 ± 11.0	275 ± 27 (32.1)	36.6 ± 1.5	4.4 ± 0.7
6果・ m^{-1} 摘葉	130 ± 9.3	153 ± 13 (6.1)	19.4 ± 0.9	0.8 ± 0.3
4果・ m^{-1}	148 ± 7.3	325 ± 21 (28.9)	54.8 ± 3.8	3.6 ± 0.7

^z 平均値 ± 標準偏差

^y () 内は葉枚数のうち新梢葉の割合(%)を示す

る測定値を比較し, バイアスを求めた。バイアスとは屈折糖度計の測定値(搾汁による実測値)と糖度センサーの測定値(近赤外法による推定値)との差の平均であり, バイアスがあるということは, 両者の相関関係が高くて平均値に差があることを示す。本試験ではバイアスがあった場合, 樹上果実の糖度センサー測定値から破壊調査で求めたバイアス値を引いた値を樹上果実の推定糖度とした。また, 8月20日には, 携帯型光合成測定装置(LI-COR, LI-6400)を使用し, 4果・ m^{-1} および8果・ m^{-1} 区の着果果そう葉から各区6葉ずつの光合成速度を9時~10時および15時~16時に調査した。装置の測定条件は, 二酸化炭素濃度370 ppm, 量子束密度1500 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$, 流量500 mL・ min^{-1} に設定した。8月25日に各処理区の全果を収穫し, 果重, 糖度, 果色を調査した。収穫果の糖度は, デジタル式屈折糖度計(アタゴ, DBX-55)を用いて調査した。また, 葉果比調整前(7月26日)の果実と, 収穫後の4果・ m^{-1} 区, 6果・ m^{-1} 区, 8果・ m^{-1} 区の果実各4果から果肉を約20g採取し, 果汁の糖組成を糖分析用カラム(Shodex SUGAR SC1011: カラム温度45°C)を装着した高速液体クロマトグラフ(島津LC10ADVP, 検出器: RIモニター)で分析した。なお, 移動相には蒸留水(流量: 1 mL・ min^{-1})を使用した。

結果および考察

試験1. 携帯型非破壊糖度センサーによる樹上果実の糖度測定法

加温ハウス栽培, 露地栽培とも, 測定期間中の糖度センサー測定値と屈折糖度計測定値には高い相関関係が認められた(第2表)。また, 両測定値の差の標準偏差(以下SEPと表記)は加温ハウスの7月4日を除き0.4以下であり, 実用的な精度を有すると考えられた。しかし, ハウス栽培, 露地栽培とも収穫適期以前の調査ほどバイアスが大きくなる傾向が見られ, 樹上果実の糖度推定には, 調査日毎に補正が必要であった。リンゴで行われた本試験と同様の試験においても未熟果にバイアスが生じているが, 温度補償型の検量式を作成することで, バイアスを半分以下にすることに成功している(別所, 2004)。しかし, 本試験では, 成熟期にかけて外気温が高くなる加温ハウス栽培と低くなる露地栽培において, 同様の傾向で収穫期にむけてバイアスが減少した。従って, このバイアスは果実温の差で生じた

第2表 糖度センサーによる収穫1か月前から収穫日までの推定糖度の精度とバイアス

作型	調査日	破壊調査果 Brix		r ^x	SEP ^w	バイアス	樹上果 Brix
		センサー値 ^z	実測値 ^y				センサー値 ^v
加温ハウス	7月 4日	11.1	9.8	0.77	0.42	1.28	9.8
	7月 12日	10.7	10.1	0.90	0.32	0.61	10.1
	7月 19日	11.0	10.5	0.90	0.35	0.50	10.4
	7月 26日	10.9	10.8	0.91	0.27	0.06	10.8
	8月 3日	11.2	11.2	0.93	0.25	0.02	11.2
露地	8月 7日	10.6	9.4	0.66	0.34	1.18	9.3
	8月 16日	10.8	9.7	0.72	0.36	1.11	9.6
	8月 27日	10.8	10.4	0.75	0.32	0.41	10.6
	9月 2日	11.2	10.8	0.71	0.33	0.42	10.8
	9月 6日	11.1	11.1	0.89	0.33	0.00	11.1

^z 破壊調査果の糖度センサーによる糖度測定値

^y 破壊調査果の屈折糖度型による糖度測定値

^x 破壊調査果のセンサー値と実測値の相関係数

^w 破壊調査果の実測値と推定値の差の標準偏差

^v 樹上果実の糖度センサーによる糖度測定値 (バイアス補正済み)

第3表 ‘ゴールド二十世紀’の収穫前30日間における糖度上昇値

	樹上調査		収穫調査		30日間の糖度上昇値 ^y	①③の相関関係 (r)
	①推定糖度 ^z	②調査日	③実測糖度	④調査日		
2002年	9.3 ± 0.08 ^x	8月 7日	11.3 ± 0.06	9月 6日	2.1 ± 0.04	0.797***
2003年	9.3 ± 0.04	8月 11日	10.7 ± 0.03	9月 10日	1.6 ± 0.03	0.786**
2004年	9.8 ± 0.05	8月 11日	11.8 ± 0.05	9月 6日	2.3 ± 0.03	0.757**
2005年	9.6 ± 0.05	8月 10日	11.2 ± 0.05	9月 12日	1.4 ± 0.05	0.686**
2006年	9.1 ± 0.05	8月 9日	11.0 ± 0.05	9月 12日	1.8 ± 0.04	0.759**

^z 糖度センサー測定値を補正した値

^y (③ - ①) / (④ - ②) × 30

^x 平均値 ± 標準誤差 2002年: n = 50, 2003年, 2005年, 2006年: n = 80 2004年: n = 140

^w ** 1%レベルで相関関係あり

ものでなく、成熟に伴う果肉内成分や硬度等の変化が影響しているものと考えられた。この結果から以下の試験における糖度センサーの使用においては、破壊調査によりバイアスを求め、センサー値を補正し樹上果の糖度を推定した。しかし、破壊調査によるバイアスの調整は煩雑である。本試験の中では、糖度センサーを用いて未熟果の糖度推定を可能にするようなデータは得られていないが、成熟期の糖度や収穫適期の予測等を行う技術を普及するためには、バイアスを減少させる検量式の開発が不可欠であり、今後取り組まねばならない課題である。なお、本試験では、破壊調査に60果を用いたが、データから検討したところ、20果程度でもバイアスは60果の場合と比べて0.1以上変わることは少なく(データ省略)、実用上問題ない精度でデータが得られると考えられる。しかし、この場合、測定誤差を少なくするため、果肉のサンプル方法や搾汁方法の統一等について十分な注意が必要と考えられる。

2002年以降5年間における8月上旬から収穫まで30日間の糖度上昇値は第3表のとおりであった。収穫前30日間の糖度上昇値は、2004年が最高(2.3度)、2005年が最低(1.4度)の値で約1度の幅があり、標準偏差は0.36であった。

2004年は梅雨明けが早くその後の天候にも恵まれたため高糖度のナシが生産された年であり、2005年は冷夏の影響により低糖度が問題となった年であったことを考慮すると、収穫前30日間の糖度の上昇程度は本調査結果(2.3度~1.4度)の範囲内である可能性が高いと考えられる。このデータをもとに8月上旬(収穫1か月前)の糖度データから収穫期の糖度予測を行うことを考えた場合、両者の相関関係は有意に高いものの(第3表)、回帰の寄与率は50~60%であり、個々の果実糖度の予測を行うにはやや不十分な精度と考えられる。しかし、2005、2006年のデータ(各年5樹を供試)について樹ごとの平均値を用いて求めた寄与率は80%(2005年)および91%(2006年)であった。従って、収穫期の30日前における複数の果実の平均糖度をもとに、収穫予定日における平均糖度が出荷基準糖度(10.5度)に達するか否かの傾向を予測することは可能であると考えられる。これまで、ニホンナシの果実品質の予測は、果重に関するモデルが報告されている(杉浦ら, 1993)が、糖度に関しては見あたらない。今後、8月の天候や土壌条件等との関係解明を明らかにすることで、より正確な糖度予測が可能になると思われる。

また、本試験では正確な調査を行うため、糖度センサーを用いて同一果実の追跡調査を行ったが、8月上旬にバイアス補正用として破壊調査を行った果実の糖度も第3表に示した樹上果実の推定糖度とほぼ同じ値であった。従って、糖度センサーのない産地では、屈折糖度計を用いた果実のサンプリング調査でも糖度予測が可能であることが示唆された。今後、糖度センサーの普及が進めば、多くの果実のデータ取得が可能になり、樹園地や樹の診断技術につながるものと期待できる。

試験2. 葉果比の変更が果実品質に及ぼす影響

ニホンナシの果実品質と葉果比の関係についての報告はいくつかあるが(平田ら, 1980; 川口, 1931; 三浦・村石, 1974; 白田ら, 1987) 糖度との関係について述べたものは少なく(白田ら, 1987), 'ゴールド二十世紀'について調査された事例はない。また、最適な葉果比は目標とする品質や対象品種により変化すると思われる。鳥取県内の選果場では、JA全農ととりで定める'二十世紀'の出荷基準(事前検査で糖度10.5度以上であれば出荷可能)に基づき、選果が行われている。米山(1969)は、'二十世紀'の「うまいナシ」は糖度11度が最低線と述べている。これらを考慮し、ここでは'ゴールド二十世紀'の糖度11度以上の果実を得ることを目標として最適葉果比を検討した。

葉果比の修正処理時から収穫期にかけて、糖度センサーで調査した樹上果実の糖度変化を第1図に示した。処理時には、各区とも同程度の糖度であったが、処理2週間後には葉果比が大きい(着果密度が低い)区ほど、糖度の上昇程度が大きくなる傾向が認められた。ただし、6果・m⁻¹の摘葉区は、10果・m⁻¹区と同程度の糖度上昇であった。収穫時の果実品質は第4表のとおりであった。葉果比が大きくなるほど、糖度は高くなる傾向が認められた。ただし、6果・m⁻¹区の摘葉区は、8果・m⁻¹、10果・m⁻¹区と同程度であった。果重も葉果比が大きくなるほど、大きくなる傾向はあるものの、統計的に有意差が認められたのは4果・m⁻¹区と10果・m⁻¹区の間のみであった。

ニホンナシにおいて収穫期の1か月前に着果密度の変更により葉果比を変えた例は'幸水'を用いた高橋ら(1994)や文室(2000)の報告があるが、処理後の糖度変化を追跡した事例は見られない。本試験では、収穫1か月前の葉果比変更後、同一果実の糖度変化を追跡調査し、処理2週間後には糖度の上昇程度が変化することが認められた。また、同じ着果数でも(6果・m⁻¹)、着果数の調整後、葉枚数を半減すると、糖度上昇程度は明らかに低くなり、10果・m⁻¹区と同程度となったことから、着果密度の高低により生じる糖度差は、1果あたりの葉枚数の差が関与している可能性が高いと考えられた。これらの結果は、葉果比を大きくすることが、糖度の上昇に有効な手段であり、処理後比較的短期間で効果が現れることを示している。着果密度と糖度の関係については多くの報告があり(金子ら, 1988; 松浦ら, 1976; 高橋ら, 1994; 山田ら, 1991; 安延ら, 1978; 吉

岡ら, 1973) 着果密度が高いほど糖度は低下するという見解で一致している。本試験においても着果密度が高いと糖度の上昇程度は低く、従来の報告と同様の結果となった。

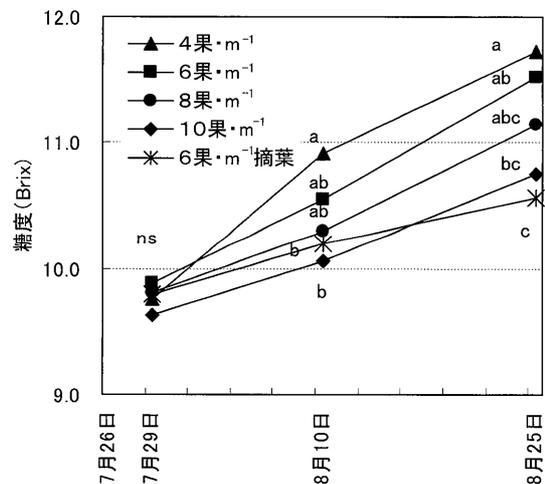
処理側枝ごとの葉果比と糖度との関係を第2図に示した。糖度は葉果比35までは葉果比の増加に従って高くなり、

第4表 着果密度の違いが果実品質におよぼす影響

処理区	果重 (g)	糖度 (Brix)	果色 ^γ
10 果・m ⁻¹	343 b ^z	10.9 bc	2.7 a
8 果・m ⁻¹	356 ab	11.1 abc	2.9 a
6 果・m ⁻¹	371 ab	11.5 ab	3.1 a
6 果・m ⁻¹ 摘葉	349 ab	10.7 c	2.7 a
4 果・m ⁻¹	385 a	11.8 a	3.0 a

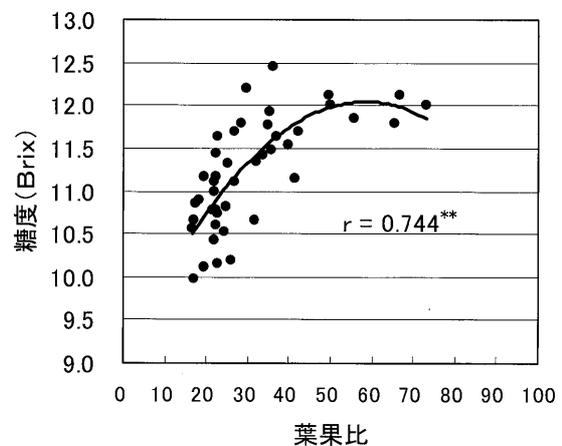
^z 各項目の異なる英小文字間にはチューキーの多重検定により5%レベルで有意差があることを示す

^γ 日園連二十世紀用カラーチャート値



第1図 着果密度の変更が'ゴールド二十世紀'の糖度の上昇程度に及ぼす影響

各シンボル横の異なる英小文字間には調査日ごとにチューキーの多重検定により5%レベルで有意差があることを示す



第2図 'ゴールド二十世紀'の葉果比と糖度の関係

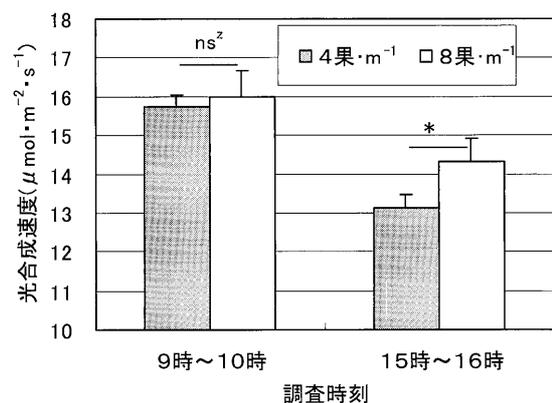
35以上では11.0～12度とほぼ平衡になった. このことから, ‘ゴールド二十世紀’の11度以上の果実を安定して得るための葉果比は35以上が必要と考えられる. しかし, 樹冠面積あたりの着果数を一定としてLAIを過度に高めた場合(山田ら, 1991)や果そう葉の日当たりが悪い場合(田辺ら, 1982)は糖度が低下するという報告がある. 本試験でも葉果比50以上では糖度向上に効果が認められなかったことやニホンナシの地上部器官の中では葉が最も大きな維持呼吸器官である(伊藤ら, 2000)ことを考慮すると, 葉枚数の増加により過度に葉果比を高めることは, 品質低下につながる可能性がある. これらのことを考慮すると, ‘ゴールド二十世紀’の糖度11度以上の果実を安定して得るための葉果比は35～50が適当と考えられる. 高橋(1989)は, 最適LAIを考える際は, 果そう葉と新梢葉のLAIを分けて考えるべきと述べており, 小豆沢(1983)や吉田ら(2006)は果実生産力の高い樹体ほど果そう葉率が高いとしている. 葉果比について検討する場合もこの考え方は重要であると考えられる. 本試験における果そう葉と新梢葉の割合は, 各区とも小豆沢(1983)および吉田ら(2006)が示す果実生産力の高い樹体での値と同等か低めであった. また, $6 \text{ 果} \cdot \text{m}^{-1}$ 摘葉区の新梢本数は摘葉時の切除により他区より少ないが, 葉果比のほぼ等しい $10 \text{ 果} \cdot \text{m}^{-1}$ 区と同程度の品質であった. これらのことから本試験で用いた側枝の新梢量は果実品質に影響を与えるほどのものではないと考えられる.

葉果比を増加させるためには, 摘果による果数の減少や剪定時に残す芽数を増やすといった方法がある. 試験1の結果から収穫1か月前に収穫期の糖度予測を行い, 低糖度が予想されるような場合には, 摘果により葉果比を大きくすることで, 収穫時の高糖度果実の割合を高めることが期待できる. 鳥取県内で栽培されている‘ゴールド二十世紀’の場合, 側枝1mあたり10芽の短果枝(花芽)を剪定時に残し, 8果着果させるという着果管理が一般的に指導されている. 本試験ではこの着果基準($8 \text{ 果} \cdot \text{m}^{-1}$)から25%減らした場合($6 \text{ 果} \cdot \text{m}^{-1}$)の果重の増加は, 4%程度であり, 着果数の制限による葉果比増加は, 品質向上が期待される反面, 減収につながる可能性が高い. しかし, ニホンナシの場合, リンゴやモモ等他の果樹類に比較するとわずかな糖度差が食味に影響しやすく, ‘二十世紀’の場合, 鳥取県の選果基準では糖度10.5度以下は出荷停止, 糖度11.0度以上は「うまいなし」(米山, 1969)という評価になる. 着果密度を減少させることにより糖度が上昇する傾向は明らかで, 側枝単位でも効果はあると思われることから, 低糖度が予想された場合には, 着果密度の高い側枝の小玉や変形果等を中心に着果基準($8 \text{ 果} \cdot \text{m}^{-1}$)通り～やや少ない程度に摘果することで低糖度果の発生率を下げ, 平均糖度を上昇させることが出来るのではないかと考えられる.

一方, 着果数を維持したまま芽数を増やすことは, 果そう葉の増加につながり, 葉果比の増加に効果的な手段と考

えられる. 先に述べた鳥取県で指導されている着果方法の場合, 本試験の結果では葉果比は30にやや足りない程度(データ省略)であったことから, 葉果比35～50を目指すためには, 現在の剪定基準より多め($12 \text{ 芽} \cdot \text{m}^{-1}$ 程度)に短果枝(花芽)を残し, 着果数は従来どおり $8 \text{ 果} \cdot \text{m}^{-1}$ とする方法がよいと考えられる. ‘ゴールド二十世紀’の短果枝のせん除程度については, 吉田ら(1998)も $12 \text{ 芽} \cdot \text{m}^{-1}$ とすることにより品質が向上することを発表しており, 本試験はこれを裏付ける結果としてこの技術の普及促進につながるものと考えられる.

8月20日における個葉の光合成速度の変化は第3図のとおりであった. 午前中の測定では, $8 \text{ 果} \cdot \text{m}^{-1}$ 区, $4 \text{ 果} \cdot \text{m}^{-1}$ 区とも同程度の値であった. 午後になると, 両区とも光合成速度は低下したが, その低下割合は, $4 \text{ 果} \cdot \text{m}^{-1}$ 区の17%に対し, $8 \text{ 果} \cdot \text{m}^{-1}$ 区は10%と少なかった. 果樹では着果負担が光合成能力を高く維持することが温州ミカンやニホンナシにおいて報告されており(池田・吉田, 2003; 小野ら, 1984), 本試験でも同様の傾向となった. また, ‘ゴールド二十世紀’の光合成能力は, 収穫期まで大きな低下は見られない(池田・吉田, 2003)ことから, 本データの測定時期は収穫期に近いものの, 着果密度変更後の光合成能力の傾向を示すものと考えられる. 従って, 着果密度の減少により葉果比を大きくした場合の果重の増加および糖度の上昇は, 光合成能力の向上によるものではなく, 個々の果実への光合成産物の分配量が多着果のものに比べて相対的に多くなったためと考えられる. この点は, 同位体を用いた試験により確認中である. また, 着果密度が高い区の水光合成能力が午後も高く維持されるという結果は, 適切な葉果比を確保した上であれば着果密度が高くても品質低下につながりにくい可能性を示しており, 先に述べた現在の着果基準のまま芽数を多く残し, 葉果比を増やす方法は, 収量の維持と果実の高糖度化を目的とした栽培を行う上で理にか



第3図 着果密度を変えた側枝上の‘ゴールド二十世紀’個葉における光合成速度の変化
各カラムの垂線は標準誤差を示す (n=6)
*t検定によりnsは有意差無し *は5%レベルで有意差があることを示す

第5表 着果密度の変更前および変更後の‘ゴールド二十世紀’成熟果の糖組成（構成比，%）

処理区	スクロース	グルコース	フルクトース	ソルビトール
処理日 ^z	9.2 ± 0.52 ^y	17.8 ± 1.58	53.3 ± 1.54	19.7 ± 3.34
8果・m ⁻¹	24.5 ± 2.63	17.1 ± 1.86	45.5 ± 3.67	13.0 ± 0.79
6果・m ⁻¹	22.6 ± 1.40	15.1 ± 0.38	48.1 ± 1.45	14.3 ± 0.59
4果・m ⁻¹	34.4 ± 1.57	19.0 ± 1.03	30.6 ± 0.81	16.0 ± 1.27

^z7月26日の8果・m⁻¹区の果実 ^y平均値 ± 標準誤差(n=3)

なった方法と考えられる。

各区の果汁の糖組成は第5表のとおりであった。処理開始時の構成比は、フルクトースの割合が最も高かったが、収穫時には4果・m⁻¹区においてスクロースの割合が最も高くなり、フルクトースの割合は低くなった。‘二十世紀’は成熟期になるとスクロースが急激に増加するタイプである（梶浦，1979）。スクロースの集積には、酸性インペルターゼ活性の減少とスクロース合成酵素やスクロースリン酸合成酵素の関与が示されている（森口，1996；山木，1992）。調査果の熟度は、外観上（果色）では差が見られないが、葉果比の向上は、これらの酵素の活性に影響し、果肉の成熟促進や糖度の向上につながっている可能性も推察される。

以上の結果、葉果比は糖度の上昇に大きな影響を及ぼしており、‘ゴールド二十世紀’の高糖度果（糖度11度以上）を安定的に生産することを目指した場合、葉果比35～50の葉量を確保する管理（適切な芽数を残す剪定方法、適正着果等）技術が重要と考えられた。また、収穫予定時期の1か月前の糖度から1か月後（収穫予定時期）における糖度の傾向を予測することが可能であり、低糖度が予想される場合は、この時期からでも、着果密度の高い部分や小玉果実を中心に摘果を行うことにより、低糖度果の発生率を少なく出来ると考えられた。

摘 要

ニホンナシ‘ゴールド二十世紀’の収穫前の糖度推定法および成熟期の糖蓄積に及ぼす葉果比の影響について調査した。収穫1か月前から収穫までの期間における、携帯型糖度センサーによる樹上果実の糖度推定は、測定日ごとに異なるバイアスが生じるものの、屈折式糖度計測定値とセンサー測定値の相関関係は高いことから、バイアスの調整により可能であった。‘ゴールド二十世紀’の収穫前30日間の糖度変化を5年間調査した結果、この期間中の糖度変化は1.4～2.3度であることが明らかになり、収穫前における糖度予測の可能性が認められた。収穫1か月前に摘果により葉果比を変更し、その後の糖度変化を携帯型センサーで調査した。糖度は、葉果比が高い処理区ほど高くなった。この傾向は、処理後2週間目から認められた。同じ着果密度でも、葉枚数を少なくした処理区では、糖度の上昇程度は少なく適切な葉果比の確保が高品質果実の生産には重要であることが示された。葉果比と糖度の関係から検討した

結果、糖度11度以上の果実を得るための葉果比は35～50と考えられた。

引用文献

- 小豆沢 齊・伊藤武義. 1983. 二十世紀ナシの乾物生産と養分吸収. 島根農試研報. 18: 31-47.
- 別所英男. 2004. 携帯型光センサーを用いたリンゴ樹冠内の品質情報の解析. 農業技術. 59: 20-23.
- 文室政彦. 2000. 被覆条件下のニホンナシ‘幸水’樹の生長, 乾物生産と分配に及ぼす着果程度の影響. 園学雑. 69: 724-731.
- 平田克明・秋元稔万・小林英良. 1980. 日本梨幸水, 新水の品種特性及び生産力増強に関する研究. 広島果試研報. 6: 19-34.
- 池田隆政・吉田 亮. 2003. ニホンナシ‘ゴールド二十世紀’の個葉における光合成能力の季節変化. 園学中国支部要旨. 42: 5.
- 伊藤大雄・水田泰徳・杉浦俊彦・黒田治之. 2000. ニホンナシ樹の地上部各器官における維持呼吸速度の評価. 園学雑. 69 (別2): 259.
- 梶浦一郎・山木昭平・大村三男・秋浜友也・町田 裕. 1979. 東アジア産ナシ類の果実中に含まれる糖成分の歴史的变化と糖組成についての主成分分析による品種分類. 育種学雑誌. 29: 1-12.
- 金子友昭・山崎一義・三坂 猛・青木秋広・松浦永一郎. 1988. 日本ナシ幸水の剪定後の適正な側枝の配置密度について. 栃木農試研報. 35: 51-62.
- 木村美紀夫. 2003. 近赤外分光法による糖度選別装置 II Qscope シリーズの開発. p. 216-220. 河野澄夫編. 食品の非破壊計測ハンドブック. サイエンスフォーラム. 東京.
- 川口正英. 1931. 日本ナシに於ける葉面積と果実の發育に就いて (2) [附] 環状剥皮による果実の影響 (予報). 農及園. 6: 757-766.
- 小島孝之・井上 康・田中宗浩. 1994. 近赤外分光法による生育肥大中及び成熟ナシ果実の糖度推定. 佐賀大農彙. 77: 1-10.
- 松浦永一郎・金子友昭・松本秀之. 1976. ナシ幸水の高品質維持と鳥害防止に関する研究. 栃木農試研報. 21: 69-84.
- 三浦小四郎・村石正夫. 1974. 日本ナシ (二十世紀) の品質改善に関する研究. 第2報. 着果部位・摘果の程度と果実品質. 長野農試報. 38: 137-142.
- 森口卓哉. 1996. 遺伝子・酵素レベルからみた果実品質. 園芸学会平成8年度秋季大会シンポジウム講演要旨: 1-11.
- 小野祐幸・工藤和典・大東 宏. 1984. 温州ミカンの光合成作用および生産構造に関する研究. 第8報. 光合成速度に及ぼす二, 三の生態的要因と光合成産物の転流.

- 四国農試報. 43: 75-84.
- 坂本真理・吉田 誠・小清水正美. 2001. 近赤外分光法によるニホンナシの糖度測定. 神奈川県農総研報. 142: 1-7.
- 杉浦俊彦・本條 均・小野祐幸・朝倉利員・鴨田福也・佐久間文雄. 1993. ニホンナシの果実生長と日射量の関係のモデル化. 農業気象. 48: 329-337.
- 高橋国昭. 1989. 棚仕立て果樹の葉量と生育, 収量. p. 125-155. 平野 暁・菊池卓郎編著. 果樹の物質生産と収量. 農山漁村文化協会. 東京.
- 高橋建夫・金子友昭・松浦永一郎. 1994. ニホンナシの着果条件と着果数が糖度に及ぼす影響. 栃木農研報. 42: 1-8.
- 田辺賢二・林 真二・伴野 潔・村尾和博. 1982. 果樹園の光環境とナシ‘二十世紀’の果実品質. 園学要旨. 昭57秋: 64-65.
- 臼田 彰・島津忠昭・牧田 弘. 1987. 幸水の着果管理法の策定に関する研究. 第1報. 幸水の葉果比に関する試験. 園学要旨. 昭62秋: 748.
- 山田健悦・金子友昭・三坂 猛・高橋健夫・松浦永一郎. 1991. ニホンナシ幸水の樹冠専有面積率と収量・品質との関係. 栃木農研報. 38: 101-108.
- 山木昭平. 1992. ニホンナシ果実の成熟における生理・生化学. 園芸学会平成4年度秋季大会シンポジウム講演要旨: 36-46.
- 安延義弘・片野佳秀・古藤 実. 1978. ニホンナシ‘幸水’の高品質維持に関する試験. 第1報. 神奈川園試研報. 25: 25-31.
- 米山寛一. 1969. うまいナシ作りのすすめ. p. 3. 鳥取県果実農業協同組合連合会. 鳥取.
- 吉田 亮・池田隆政・井上耕介. 1998. ニホンナシ‘ゴールド二十世紀’の栽培法に関する研究. 第5報. 短果枝密度の違いが新梢, 葉, 果実の形質に及ぼす影響. 園学雑: 67(別2): 215.
- 吉田 亮・池田隆政・村田謙司・井上耕介. 2006. ニホンナシ‘ゴールド二十世紀’の間伐樹に対する幼木期の整枝法の違いが果実生産効率に及ぼす影響. 園学研. 5: 63-68.
- 吉岡四郎・関本美和・大野敏郎・安間貞夫. 1973. ナシ産地における品質改善対策. 第1報. 長十郎の品質実態と品質関連要因の摘出. 千葉農試研報. 13: 1-8.