

ニホンナシ「彩玉」における高品質果実安定生産技術（第二報）

適正着果量，収穫適期，並びに，果実袋および反射資材の利用

島田智人*・浅野聖子**・須賀昭雄***・片野敏夫*・酒井雄作*

Cultivation techniques for producing good-quality fruits

in Japanese Pear 'Saigyoku' (2nd Report)

Crop load, Optimum Harvesting time and Use of fruit bag and light
reflection mulching

Tomohito SHIMADA, SeiKo ASANO, Akio SUGA, Toshio KATANO
and Yusaku SAKAI

要約 平成17年に品種登録された県育成品種ニホンナシ「彩玉」について，筆者らは高品質果実安定生産技術を確立するための研究を行い，第一報では最適受粉時期，着果特性，適正葉果比について報告した．本報告では，適正着果量，収穫適期，果実袋および反射資材利用による果実品質への影響を検討した．適正着果量は，5節に1果程度の着果で平均果重，平均糖度が高まる傾向を示した．収穫期は，満開後33日間の平均気温と成熟日数に負の相関関係が認められた．適熟果実を収穫するための目安は，カラーチャート値で収穫前半は2.4程度，収穫期後半では1.9程度と推定された．果実袋は，種類によって果面の日焼けおよび糖度に影響を及ぼし，S社特殊加工紙一重袋は外観も優れ，糖度低下も見られなかった．反射資材は，日射量が平年より少ない条件下では，収穫4週間および2週間前の樹冠下に敷設すると糖度向上効果が認められ，有袋条件下でも効果が認められた．

「彩玉」は，埼玉県初のニホンナシ新品種である．旧園芸試験場において，1984年に「新高」に「豊水」を交配して得られた系統で，2005年2月7日付で登録番号12729号，品種名「彩玉」として品種登録された．育成地では8月中下旬～9月上旬にかけて成熟し，平均果重は550～600g程度で，この時期のナシとしては大果である．また，樹勢は強く，花芽の着生が多い，果肉は軟らかく，糖度が高く，酸味は少ない，など，栽培性，食味に優れた特徴を有する（島田ら，2005）．ま

た，筆者ら（2013）は，生産者に向けた栽培指標を示すため，最適受粉時期，着果特性，適正葉果比を明らかにした．「彩玉」は現在，県内限定で栽培され，2014年度集計の栽培面積は42ha（県ナシ栽培面積全体の10%程度）まで拡大している．消費者の食味への評価も高く，知名度も増している．県は，生産者団体と協力して「彩玉委員会」を設け，出荷基準の策定や栽培講習会を行い，果重650g以上，糖度13度以上の果実を特選品として企画・販売するなど，高品質果実の消費宣伝も

*園芸研究所，**元園芸研究所（退職），***園芸研究所（現 農業支援課）

行っている。今後、県の特産品として定着していくためには、栽培技術の高水準化が必要であり、栽培指標の基準化は急務である。本報では、適正着果量、収穫適期、および、果実袋と反射資材の利用が果実品質に及ぼす影響について報告する。

材料及び方法

1 適正着果量

2006年にマメナシ台「彩玉」9樹（2006年時に5年生）を供試し、着果基準量を3節あたり1果区、4節あたり1果区、5節あたり1果区を設け（1区3樹）、7月上旬に最終着果量を調節した。両年とも適期収穫を行い、すべての果実重を計測し、各収穫日に各樹から10果（10果に満たない場合は全果実）を無作為に抽出してFANTEC社製非破壊糖度計を用いて果実糖度（予測Brix値）を測定した。2008年は、7年生6樹を用いて1区2樹として2006年と同様の試験を行い、糖度については、ATAGO社製糖度計を用いて糖度（Brix）を測定した。

2 収穫適期

(1) 収穫期の予測

杉浦ら（1995）が作成した、ニホンナシ「幸水」を用いた成熟日数の予測法が、「彩玉」においても応用できるかを検証するため、「彩玉」の満開日から33日間の日平均気温の平均値（久喜市アメダスデータ）と満開から収穫初め（表面色変化と試食により判断）までの日数を2001年～2007年までの値を基に回帰式を求め、2008、2009年の生育について検証した。

(2) 収穫適期の判定

「彩玉」は果皮色が暗茶褐色であり、栽培現場からは収穫適期の判断が難しく、収穫果実に過熟果が混入することも指摘されている。本試験では、良食味（高糖度、適熟）の果実を収穫する指標を得るため、2009年に8年生「彩玉」1樹（3本主枝）を供試した。収穫日の設定は、前段で求めた回帰式から収穫開始予定日を満開130日後の8月17日とし、主枝ごとに収穫初期の8月20日、収穫盛期の24日、収穫終期の31日に一斉収穫した。収穫した全果実の果重、表面色（「彩玉」用カラ

ーチャート）、地色（ニホンナシ地色用カラーチャート）、糖度（ATAGO社製Brix計）、果肉硬度（マグネステラー型硬度計）、比重（果重／体積（重量計に乗せた蒸留水入りビーカーに、ネットに入れた果実をビーカーの底面に接地しないように水没させて表示された重量計の値））、熟度（1～2名の試験者による官能値：1未熟～5過熟）、軟化の有無（官能値）を調査した。

3 果実袋の利用

「彩玉」の表面色は、無袋栽培では色上がりがやや暗く、外観がやや劣る形質である。そこで、果実袋の利用が果実品質（外観、糖度）に及ぼす影響を検討するため、2009年に「彩玉」8年生2樹を供試し、K社製4種（白色紙一重、茶色紙二重、光沢紙二重、印字紙二重）、S社製2種（印字紙二重、特殊加工紙一重）、H社製1種（印字紙二重）を、1袋区あたり20果（1樹10果）に7月上旬に袋掛けを行い、各袋区および無袋果実について、収穫期、果面の日焼け程度（0：無、1：日焼け部の面積が果面全体の5%未満、2：同5～20%、3：同21%以上を目視で判定）、糖度（Brix）を調査した。

4 反射資材の利用

2009年に5年生「彩玉」6樹（栽植距離4×4m）を供試し、収穫4週間前（7/24）処理区、同2週間前（8/7）処理区、無処理区（各区2反復（樹））を設け、各処理日に処理樹の樹冠下にタイベックシートを1樹あたり16m²（幅2m×4m×2枚）敷設した。各供試樹の適期収穫した果実から収穫時毎に無作為に5～10果を選び、糖度（Brix）を測定した。2010年は6年生6樹（2009年とは別樹）を用いて同様の試験を行った。

2011年は9年生4樹を供試し、タイベック収穫2週間前処理（8/9）した樹の主枝ごとにK社製印字紙二重袋有袋（7/6）区、S社製特殊加工紙一重袋有袋（7/6）区および無袋区、タイベック無処理3樹各樹ごとに、K社製印字紙二重袋区、S社製特殊加工紙一重袋区、無袋区を設け、有袋栽培下における反射資材の果実糖度への影響を検討した。なお、3か年とも敷設時には株元や合わせ目の目張りを行うなどのマルチング処理は行わず、

樹冠下への雨水の侵入は可能な状態として試験を行った。

結果

1 適正着果量

着果基準量は、2006年、2008年ともに1果／

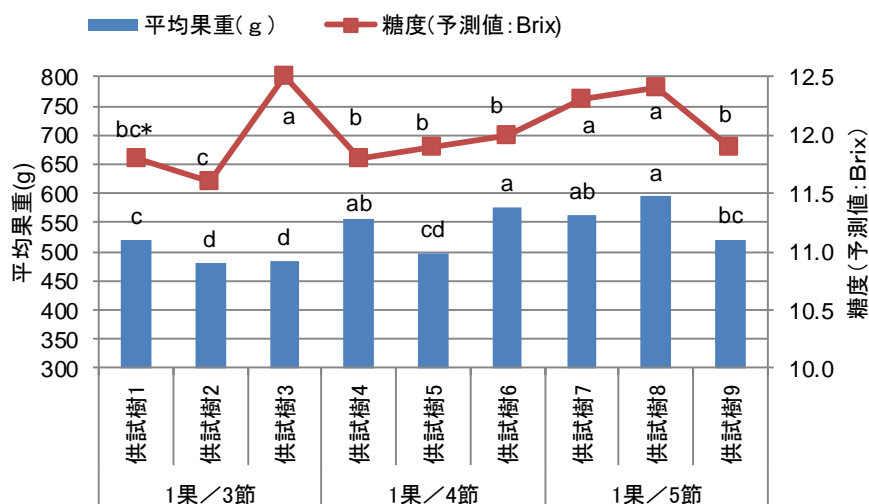
5節、1果／4節、1果／3節区の順で平均果重が大きくなり、糖度も1果／5節が高かったが、区間による有意差は認められなかった(表1)。そこで、供試樹ごとの平均値を比較した結果、2か年ともに、1果／5節区では、平均果重および糖度が他の2区と比較して、安定して高い値を示し、1果／3節区では、低い値であった(図1, 2)。

表1 「彩玉」の着果基準の違いが果実品質に及ぼす影響

着果基準	06年(5年生)		08年(7年生)	
	平均果重(g)	糖度 ²⁾ (非破壊)	平均果重(g)	糖度(Brix)
1果／3節 ¹⁾	495	12.0	598	13.5
1果／4節	537	11.9	657	13.5
1果／5節	564	12.3	708	13.8
分散分析	ns	ns	ns	ns

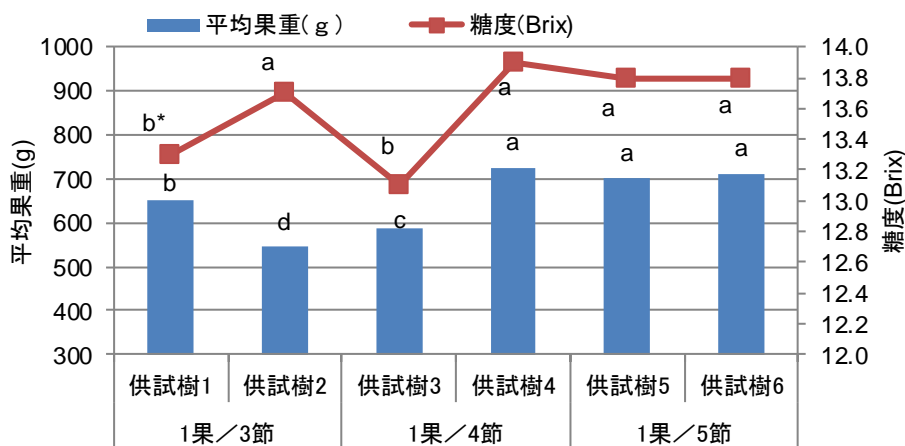
²⁾2006年はFANTEC社製非破壊糖度計測定値。2008年はBrix測定値

¹⁾1年枝時点の節で計測(2年枝以降の枯れ芽、複芽も1節とした)



*Tukey-HSD 検定: 異符号間に5%水準で有意差あり

図1 「彩玉」(5年生)における着果負担量が果実重および糖度に及ぼす影響



*Tukey-HSD 検定: 異符号間に5%水準で有意差あり

図2 「彩玉」(7年生)における着果負担量が果実重および糖度に及ぼす影響

2 収穫適期

(1) 収穫期の予測

2001年から2007年の満開後33日間の平均気温(x)と満開から収穫開始までの日数(y)には、有意な負の相関関係が認められ、その関係式は $y = -4.99x + 210$ で表された。2008年および、2009年の満開から収穫開始までの日数は、2008年では回帰式から求めた予測値より1日遅く、2009年は2日早かった。また、2008年、2009年のデータを加えた回帰式は、加えない回帰式と比較して同等の傾きおよび切片であった（図3）。

(2) 収穫適期の判定

8月20日収穫区と8月24日収穫区では、各調査項目に違いは無かった、8月31日収穫区では、表面色、地色、果重、糖度、熟度および軟化果実発生率が他の2区と比較して高くなり、比重及び果肉硬度は他の2区より低い値となった（表2）。過熟となった果実の特徴を調べるため、熟度と他の調査項目との相関係数を求めた結果、表面色、地色、果重、軟化判定率は、各収穫日とも有意な正の相関、果肉硬度は各収穫日とも有意な負の相関、比重は8月31日収穫区で有意な負の相関、

糖度は8月20日、24日収穫区で有意な正の相関が認められた（表3）。適熟（熟度3）の果実を収穫するための指標を得るため、熟度と表面色および表面色の回帰式を求めた結果、熟度3となる表面色は、収穫始めの8月20日では1.7、収穫終期の8月31日では1.6であった（図4）。また、比重値0.980から0.005単位で、熟度3.1以上の果実発生数を分け（例：比重1.000以上の全果実97果中で発生した数=17果）、残渣分析を行った結果、比重が大きくなると、残差値は有意に低くなり、残差値0となる比重は1.006と推定された（図5）。比重とカラーチャート値の関係は、8月20日および8月31日では、有意な負の相関が認められ、8月31日の回帰直線は、8月20日の線とほぼ並行で下方向に移動していた。また、前述した過熟果発生時の残差値が0となった比重1.006以上となるためのカラーチャート値は、8月20日は2.4、8月31日では1.9と推定された（図6）。カラーチャート値と糖度の関係は、有意な正の相関が認められ、熟度特選品の規格である糖度13度となるカラーチャート値は、1.9であった（図7）。

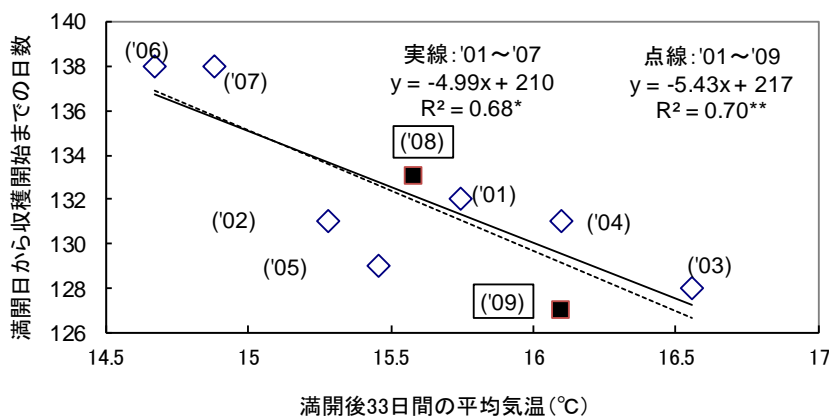


図3 「彩玉」 満開後33日間の平均気温と満開～収穫開始までの日数の関係

表2 「彩玉」における収穫時期の違いが果実品質に及ぼす影響

収穫日 (満開後日数)	果数	表面色 (カラーチャート)	地色 (カラーチャート)	果重 (g)	比重(重量 /体積 ²⁾)	糖度 (Brix)	硬度 (lb)	熟度 ³⁾ (1:未~5:過)	軟化判定率 (%)
8月20日(133日)	32	1.5a ^{x)}	2.0a	508a	1.021b	12.6b	4.4a	2.7a	9.4a
8月24日(137日)	44	1.4a	2.1a	549a	1.020b	12.6b	4.3a	2.9a	11.6ab
8月31日(144日)	51	1.8b	3.2b	652b	1.009a	13.0a	3.3b	3.3b	41.9b
分散分析 ^{w)}		**	**	**	**	**	**	**	*

²⁾水を入れたビーカーを重量計に置き、果実を入れた時の重量計値

³⁾1~2名の試食による官能値

^{x)}Tukey-HSD検定(軟化率はMarascuilo法):異符号間に5%水準で有意差有り

^{w)}分散分析:**1%、*5%水準で有意

表3 「彩玉」における熟度と果実品質との相関係数

収穫日 (満開後日数)	表面色	地色	果重	比重	糖度	硬度	軟化 判定率
8月20日(133日)	0.776** ²⁾	0.684**	0.364*	-0.329ns	0.557**	-0.443*	0.683**
8月24日(137日)	0.671**	0.507**	0.356*	-0.223ns	0.448**	-0.394**	0.760**
8月31日(144日)	0.673**	0.653**	0.477*	-0.592**	0.236ns	-0.525**	0.442**

²⁾Speamanの順位相関係数: **1%、*5%水準で有意

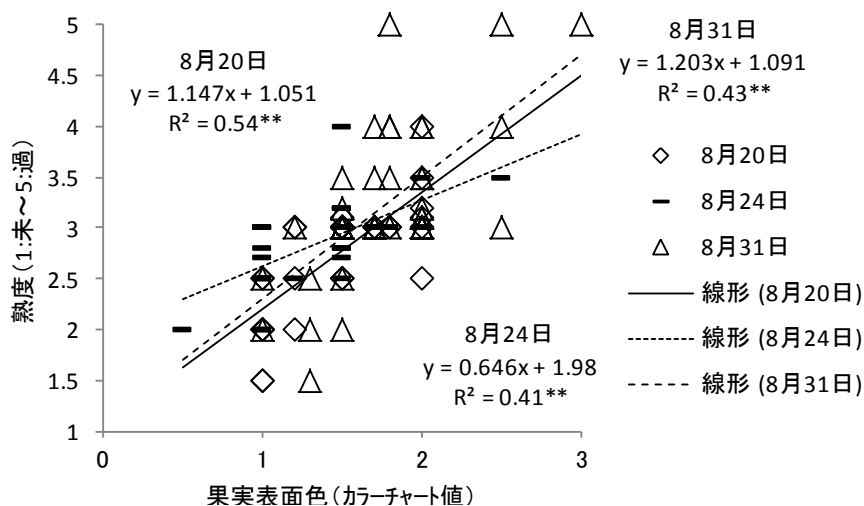


図4 「彩玉」における果実表面色と熟度の関係

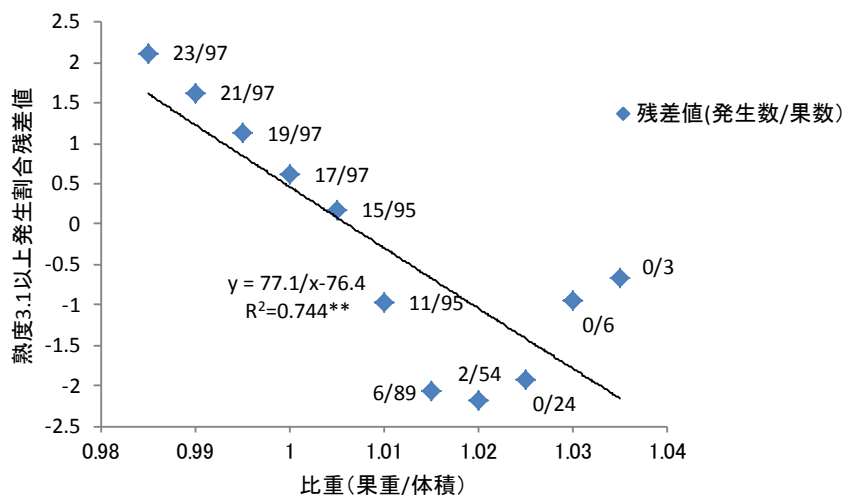


図5 「彩玉」における果実の比重と熟度 3.1 以上発生の関係

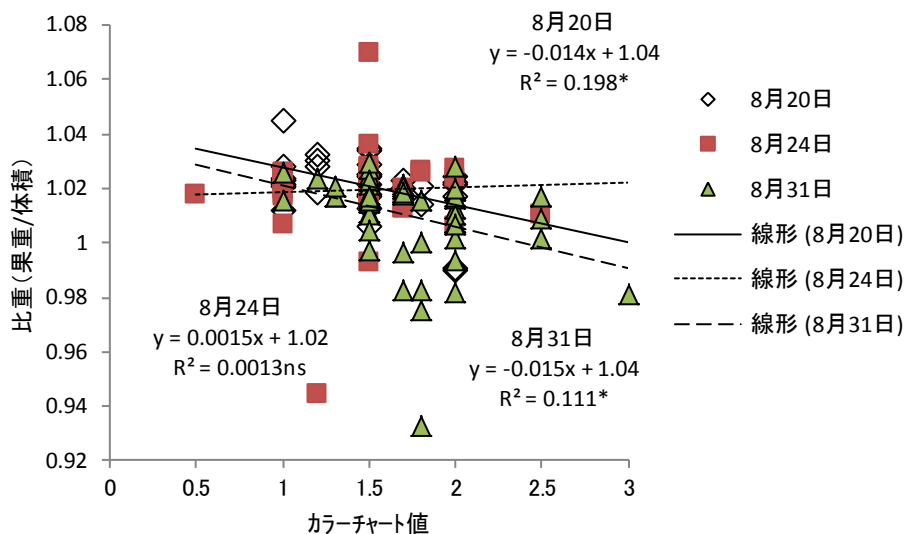


図6 「彩玉」における果実表面色と比重の関係

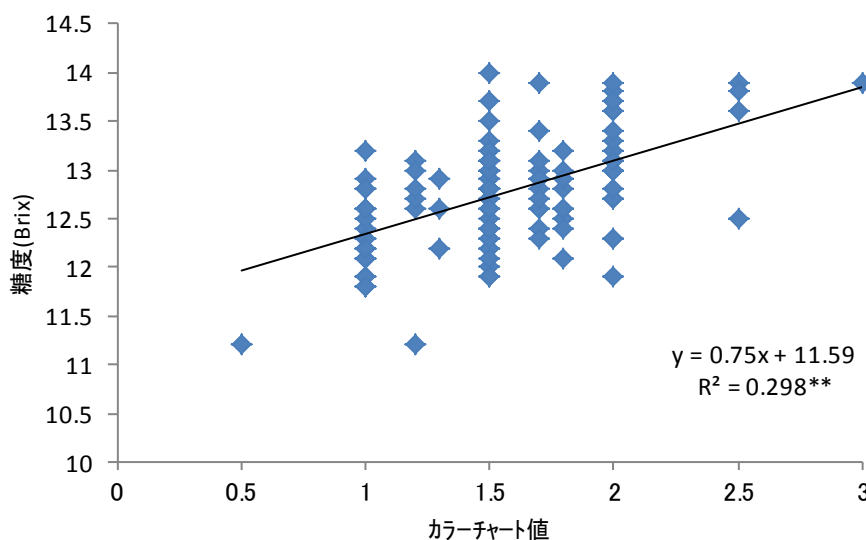


図7 「彩玉」における果実表面色と糖度の関係

3 果実袋の利用

平均収穫日は、H社製印字紙二重袋区が他区よりやや早くなったが、それ以外で明らかな差は見られなかった。果実重に区間差は見られなかった。（データ省略）日焼け程度は、K社白色紙一重袋以外の袋区で無処理と比較して低い値であったが、K社茶色紙二重袋区は他の袋区より高い値であった。果実糖度は、K社光沢紙二重袋区、H社印字紙二重袋が無処理区よりやや低い値となった（表4）。

4 反射資材の利用

2009年は、両処理区の果実糖度およびBrix13度以上の占有率が無処理区と比較して有意に高かったが、敷設時期による有意差はなかった（表5）。2010年は、処理区、無処理区ともに糖度が高く、処理区間に有意差は認められなかった（表6）。2011年は、果実糖度はタイベック処理による糖度向上効果が認められた。袋掛けの有無では、K社二重袋区で低くなる傾向であった。13度以上の占有率は、タイベック処理区は無処理区より高くな

ったが, 2009年と比較して差が小さかった. また, 袋掛けの有無による違いは見られなかった (表7).

試験中の日照時間について, 収穫4週間前が想定される7月下旬は, 2009年および2011年では

平年より短く, 2010年は平年より長かった. 収穫2週間前が想定される8月上旬では, 2009年は平年より短く, 2010年は平年より長く, 2011年では平年並みであった (図6).

表4 「彩玉」における果実袋の利用が果実品質に及ぼす影響

会社	袋種類	果実数 (個)	平均 収穫日	日焼け (0無~3甚)	地色 (カラーチャート)	糖度 (Brix)
K社	白色紙一重	14	8/27ab ^{z)}	1.0bc	3.1ab	12.9ns
	茶色紙二重	16	8/27b	0.6ab	3.2ab	12.8ns
	光沢紙二重	14	8/26ab	0.3a	2.8ab	12.5**
	印字紙二重	16	8/25ab	0.2a	4.0a	12.9ns
S社	特殊加工紙一重	15	8/26ab	0.3a	3.6a	13.1ns
	印字紙二重	15	8/26ab	0.1a	3.4ab	12.7ns
H社	印字紙二重	15	8/23a	0.3a	3.1ab	12.6+
-	無処理	45	8/27b	1.5c	2.7b	12.9
分散分析 ^{x)}			*	**	*	*

^{z)}Tukey-HSD検定: 異符号間に5%水準で有意差有り

^{y)}t検定: 無処理の値に対して**1%、*5%、+10%水準で有意差有り

^{x)}分散分析: **1%、*5%水準で有意

表5 「彩玉」における棚下への反射資材の敷設が果実品質に及ぼす影響 (2009年)

処理区	果実糖度 (Brix)	Brix13.0 以上占有	果実重 (g)	平均 収穫日
収穫2週間前処理	13.0a ^{z)}	57ab ^{y)}	527	8/23
収穫4週間前処理	13.2a	67a	530	8/24
無処理	12.6b	32b	499	8/23
分散分析 ^{z)}	反射処理	**	+	ns
	供試樹	+	ns	ns
	交互作用	ns	ns	ns

^{z)}二要因分散分析**1%、*5%水準で有意差有り。占有率は角変換後検定した。

^{y)} Tukey-HSD検定: 異符号間に**1%、*5%水準で有意差有り

^{x)} Marascuilo法検定: 異符号間に**1%、*5%水準で有意差有り

表6 「彩玉」における棚下への反射資材の敷設が果実品質に及ぼす影響 (2010年)

処理区	果実糖度 (Brix)	Brix13.0以上 占有率(%)	果実重 (g)	平均収穫日 (月/日)
収穫2週間前処理	14.2	91	536	8/31
収穫4週間前処理	14.3	93	544	8/30
無処理	14.1	96	511	8/31
分散分析	ns	ns	ns	ns

表7 「彩玉」における棚下への反射資材の敷設が有袋条件下の果実品質に及ぼす影響（2010年）

反射資材	袋種類	n=	果実糖度(Brix)	Brix13.0以上 占有率(%)
無	S社一重	64	13.0	59
	K社二重	43	12.9	47
	無袋	46	13.1	54
有	S社一重	67	13.6	72
	K社二重	67	13.0	57
	無袋	63	13.3	66
分散分析 ²⁾ 反射有無			**	*
袋種類			*	ns
交互作用			ns	ns

²⁾二要因分散分析**1%、*5%水準で有意差有り。占有率は角変換後検定した。

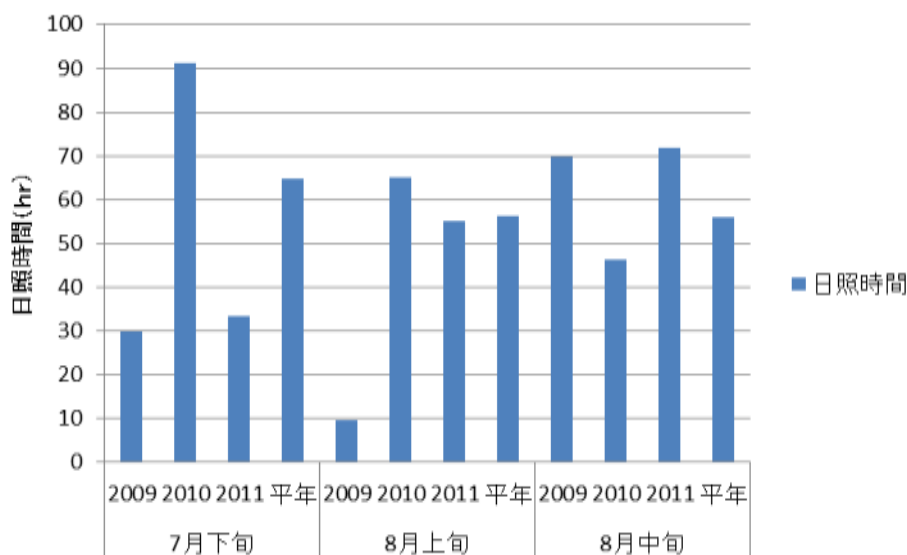


図8 埼玉県久喜市における2009年～2011年の旬ごとの日照時間

考 察

1 適正着果量

着果量は、ニホンナシの果実品質に大きく影響するため、高品質果実生産のための研究が行われてきた（平田ら，1980；池田ら，2008）。「彩玉」の適正着果量を判断する上で、果実重および糖度を高い水準で収穫する基準が必要である。筆者ら（2013）は、側枝ごとの果そう葉数を計測した葉果比と糖度に関係があり、糖度13度以上の果実を収穫するためには、果そう葉の葉果比が25程度必要であること、また、枯れ芽も含めた1節あたりの平均葉枚数は5枚程度であることから、25枚の葉果比となるためには、5節に1果程度の着果量が目安となることを示唆した。本試験では、

樹ごとに1果あたりの節数を変えて試験を行い、供試数が少なかったため、有意な区間差は認められなかったが、2か年とも5節に1果程度の着果量で、果重および糖度が安定して高くなることが明らかになった。これは、前述の示唆を実証する結果であり、栽培現場での指導に活かせるデータであると思われる。

2 適期収穫

(1) 収穫期の予測

作物栽培で収穫期等の生育を予測することは、栽培管理や出荷等を計画するために重要である。杉浦ら（1995）は、ニホンナシ「幸水」を用いて、満開後33日間の平均気温と収穫期の関係を明らかにし、平均気温が高いほど成熟に要する日数は

短くなるとした。本試験では、埼玉県における「彩玉」の満開後 33 日間の平均気温と、満開から収穫開始までの所要日数の間には、有意な負の相関関係が認められることを明らかにした。本結果は、今後の「彩玉」の栽培および出荷管理に活かせる資料となると思われる。

(2) 収穫適期の判定

ニホンナシの収穫期は、果肉の軟化や糖度の上昇によって判断され、外的判断基準として、果皮色の変化が利用されることが多い(米山, 1972)。半田ら(2001)は、「にっこり」の満開後日数と果実品質との関係を調査し、日数の経過とともに表面色、地色が進み、果重は大きく、比重は小さくなるが、糖度および果肉硬度には差が無かったとしている。本試験では、表面色、地色、果重、比重は、「にっこり」と同様の傾向を示したが、「彩玉」では、日数の経過とともに、糖度は高く、果肉硬度は小さく、熟度が増し、軟化果実の発生が多くなる結果が得られた。過熟となる要因として、収穫期後半の熟度と比重の有意な相関関係が認められたことから、比重が低下することにより果肉硬度が軟らかくなるためと考えられた。過熟果を収穫しないための指標として、熟度とカラーチャート値の関係を直線回帰式から推定した結果、各収穫日とも、カラーチャート値が 2 に達しない時点での収穫が必要と判断された。別の推定方法として、比重と過熟果発生の関係から、過熟と判定しない比重を得るためのカラーチャート値を推定した結果、8月20日は 2.4、8月31日ではこの値は 1.9 となった。表面色と熟度との関係式から得られた推定値と比較すると、収穫期後半である 8月31日では、両推定値ともカラーチャート値 2 未満であり、収穫期後半の果実は、収穫前半に比べて同じカラーチャート値での比重が小さくなる傾向が認められることから(図 6)、「早採り」が必要であると判断された。収穫初期の 8月20日では両推定値に差が生じた。要因として、8月20日に収穫された果実にはカラーチャート値 2 を超える果実が無かったことが考えられ(図 4)、収穫初期において、適熟と判断される比重を得るためのカラーチャート値の上限は、2.4 程度が妥当であると考察された。以上の基準値は、特選品の基準となる糖度 13 度に達するためのカ

ラーチャート値(図 3)と同等以上値であり、高品質果実を収穫できる指標になると思われる。しかし、軟化果実の発生や糖度、表面色と糖度の関係は、年次、圃場、側枝密度、新梢管理等によって変わることが予想されるため、棚面が明るく保てるような管理を行い、収穫直前には試食を行い、糖度や肉質を確認して収穫する表面色を判断する必要がある。また、「彩玉」では、果皮色に関わらず、ていあ(尻)部に時に裂果を伴う軟化果実の発生が観察、報告されており、選果時の問題となっている。ていあ部軟化の発生要因と発生防止技術については、更に検討していく必要がある。

3 果実袋の利用

ニホンナシにおける果実袋の利用は、シンクイムシ等の虫害防除や日焼け防止による外観向上を目的として、多くの品種で古くから行われてきた(米山, 1972)。また、「二十世紀」では、袋の種類によっては糖度が低下することも報告されている(米山ら 1966)。「彩玉」の果皮色は、やや暗いため、「美味しそうな色」とは言い難い。果実袋による外観向上と糖度への影響を検討した結果、日焼け防止効果は、K 社製白色紙一重袋および茶色紙二重袋では、効果がやや劣り、K 社光沢紙および印字紙二重袋、S 社製印字紙二重袋、特殊加工紙 1 重袋および H 社製印字紙二重袋は効果が高かった。糖度への影響は、K 社光沢紙二重袋および H 社製印字紙二重袋は、無袋果実の糖度と比較してやや低くなった。また、試験 4 における反射資材試験では、K 社製印字紙二重袋区は、S 社製特殊加工紙一重袋および無処理と比較して糖度が低くなった。これらのことから、外観と食味への影響を総合すると、「彩玉」において使用する果実袋は、S 社製特殊加工紙一重袋が実用的であると判断された。

果実袋の利用は、外観が向上し、シンクイムシ等からの被害を防止できる半面、袋かけや除袋作業、袋のコストが必要となり、収穫適期が判定し難い等のデメリットもある。売り先のニーズや減農薬栽培への取組等を勘案して導入を判断していく必要がある。

4 反射資材の利用

反射資材による農作物への影響は、多くの研究が行われ、モモやブドウでは、糖度への影響も報告されている（赤坂ら、2002；日野ら 1978）。本試験では、「彩玉」の糖度向上を目的とした反射資材の利用を検討した結果、敷設時期の7月下旬および8月上旬に平年より日射量の少なかった2009年では、糖度向上効果が高く、平年より日射量の多かった2010年では効果が見られなかった。日射量が平年より少なかった7月下旬には敷設せず、平年並みであった8月上旬のみに敷設した2011年では、糖度向上が確認できたものの、その効果はわずかであった。このことから、敷設時期の日射量が少なければ、糖度向上効果が高く、日射量が平年並み以上の条件下では効果が低いと思われた。また、有袋条件下においても糖度向上効果が得られたことから、「彩玉」果面への光照射は、糖類の蓄積には寄与していないことが示唆された。本試験においては、反射資材敷設による光条件や土壤水分条件などの測定は行っていないため、糖度上昇の要因を科学的に考察することはできない。反射資材敷設時における光条件、土壤水分条件については、更に検討し、糖度上昇の要因を明らかにしていく必要がある。

現在「彩玉」は、「大きくて、甘い」を付加価値として、比較的高値で販売されている。日射量不足の年でも高品質な「彩玉」を消費者に提供するには、反射資材の利用を補助的技術として導入する意義はあると思われる。また、棚下に光が透過しないような過繁茂の園では、反射する光量が確保できないので、導入に当たっては、明るい棚面作りが肝要と考える。

引用文献

- 赤坂信二・今井俊治(2002)：モモの成熟期における反射フィルムマルチが樹体および果実形質に及ぼす影響。広島県農業技術センター研究報告 72, 19-24.
- 半田睦夫・高野孝夫・金子友昭(2001)：ニホンナシ「にっこり」の成熟特性と収穫適期判定。栃木県農業試験場研究報告(50), 63-67.
- 日野 昭・倉岡唯行(1978)：果樹の光合成に関する研究（第5報）反射シートがハウス内ブドウの果実品質に及ぼす影響。園芸学会研究発表要旨 53 春, 110-111.
- 平田克明・秋元稔万・小林英朗(1980)：日本梨幸水、新水の品種特性及び生産性増強に関する研究。広島県果樹試験場研究報告(6), 19-34.
- 池田隆政・田村文男・吉田 亮(2008)：ゴールド二十世紀'果実の糖蓄積に及ぼす葉果比の影響。園芸学研究 7 (2), 215-221.
- 島田智人・水戸部満・浅野聖子・酒井雄作・六本木和夫・吉川健治・小川政昭・前島秀明・郡克・奥野隆・向井武勇(2005)：ニホンナシ新品種「彩玉」の育成とその特性。埼玉県農林総合研究センター研究報告(5), 32-36.
- 島田智人・浅野聖子・須賀昭雄・六本木和夫・酒井雄作(2013)：ニホンナシ「彩玉」における高品質果実安定生産技術（第一報）受粉、着果特性、葉果比の検討。埼玉県農林総合研究センター研究報告(12), 32-37.
- 杉浦俊彦・本條 均・菅谷博(1995)：ニホンナシ果実生育と気象の関係について。農業気象(51), 239-244.
- 米山寛一・植田研一・田中章雄・南条教光 (1966)：新しい袋の現地適用とその改良。鳥取県園芸試験場研究報告(4), 108-126.
- 米山寛一(1972)：袋掛け、収穫。果樹園芸大事典。551-557.