

リンゴの無袋栽培に関する研究

第1報 葉緑素形成並びに被袋時期と着色との関係

小原 信実・高橋 正治・渡辺 政弘

花田 誠・福島 住雄

(青森県りんご試)

1. ま え が き

これらのリンゴ栽培においては、労力の節減ならびに生産費を低減させるために無袋栽培が要望されている。しかし、リンゴの品種によっては無袋によって着色が著しく劣り、これが価格低下の原因となっている。そこで無袋において着色の劣る原因を究明し、その対策を講ずる研究が必要と考えられたので、まず研究の第一段階として、国光について、果実の発育時期別の葉緑素含量と形成量およびそれが表面色におよぼす影響について1960～1963年の4カ年にわたり試験を実施した。

なお、葉緑素の定量にあたっては当场栄養肥料科、長井科長らから御指導を得た。ここに深甚の謝意を表する次第である。

2. 試 験 方 法

1960年：りんご試圃場内の47年生国光4樹を供試し、6月20日に被袋（新聞紙袋）した果実について、9月11日から11月10日までを10日ごとに6区分し、各区の供試果70果としてそれぞれ区分の初日に除袋して10日間だけばっ光し、11日目に被袋した。また対照として全期間無袋区をもうけた。11月20日に各処理区の果実を一斉に採取し、着色および葉緑素含量を調査した。

1961, 1962年：1960年と同一樹を供試し、6月20日に被袋した果実を7月15日から8月31日までは15日間づつ、9月1日から11月14日までは10日間づつ各回70果を除袋ばっ光し、再び被袋した。また対照として全期間有袋・無袋区をもうけた。さらに除袋時期との関係をみるために7月15日から15日ごとに、また9月1日から10月31日までは10日ごとに各回70果づつを除袋し、この試験においては除袋後再度被袋は行わなかった。

生育中の葉緑素含量の調査は、ばっ光処理期間を終えるごとに、ばっ光処理区、全期間有袋区、無袋区からそれぞれ5～10果を採取して実施した。11月14日に各区果を一斉に採取し、着色および葉緑素調査を実施した。

1963年：1960～'62年と同一4樹を供試し、落花10日後から60日後まで各回とも各樹50果づつ、5日ないし10日づつおくらせて被袋し、10月11日に一斉に除袋し、11月12日に採取し着色調査を行なった。

葉緑素含量の定量：果皮をコルクボーラーで抜きとり、 CaCO_3 少量を含む85%アセトンと一緒にホモジナイザーカップに入れ最高速回転で粉碎した。次にこれを濾紙上に移し、葉緑素が完全に果皮から溶脱するまでアセトンで洗い落した。次に分液ロットにエーテルを入れ、葉緑素のアセトン溶液を徐々に加えて葉緑素をエーテルに移し、50mlの定量フラスコに入れて一定量とした。この溶液の一部をとり、スペクトルフォートメーターで葉緑素a+bの濃度を測定した。葉緑素a+bの濃度は次式により算出した。

葉緑素a+b (mg/ℓ) = $7.12 \log_{10} \frac{I_0}{I}$ (6600Åでの値)

+ $16.8 \log_{10} \frac{I_0}{I}$ (6425Åでの値)

着色指数：果実の着色程度を濃度と面積に区分し、濃度は有袋果から濃度のことなるものをえらび、最淡色から最濃色までを11階級に区分した。面積は全く着色しないものから果面全体に着色したものまでを11階級に区分した。着色指数は面積階級値と濃度階級値を乗じた値であらわした。

色差測定：日本電色工業KK製、カラースタジオ型測色色差計を使用し、果実の赤道部について1果当り4箇所づつL, a, b値を測定し、色差を算出した。

3. 試 験 結 果

1. 生育中における葉緑素含量の消長

一定期間ばっ光処理した直後に、ばっ光区及び有袋、無袋区から果実を採取し、葉緑素含量を調査した(第1表)。

1961年の調査は7月16日からで、生育期間中の葉緑素含量は無袋果、有袋果とも生育が進むにつれて増加し、8月16日頃を最高として以後漸減した。各時期とも有袋

第1表 生育過程における果実葉緑素含量 (mg/100cm²)

(1961, 1962年)

調査日 年次 月日	1961			1962			ばっ光期間	
	無袋果	有袋果	ばっ光果	無袋果	有袋果	ばっ光果		
6.21	—	—	—	1.545	1.053	—	月日	月日
7.1	—	—	—	1.430	1.179	—	7.1 ~	7.15
7.16	0.590	0.326	—	1.148	0.568	1.033	7.16 ~	7.31
8.1	0.894	0.825	1.177	1.225	0.803	1.089	8.1 ~	8.15
8.16	1.600	0.850	1.160	1.193	0.758	1.021	8.16 ~	8.31
8.31	—	—	—	0.972	0.584	0.762	9.1 ~	9.10
9.11	1.133	0.741	0.815	0.895	0.460	0.607	9.11 ~	9.20
9.21	0.881	0.467	0.479	0.836	0.509	0.520	9.21 ~	9.30
10.1	0.872	0.469	0.507	0.936	0.541	0.436	10.1 ~	10.10
10.11	0.741	0.432	0.487	0.974	0.463	0.370	10.11 ~	10.20
10.21	0.727	0.420	0.415	0.758	0.348	0.299	10.21 ~	10.30
11.1	—	—	0.295	0.713	0.271	0.245		

注. 調査果数1961年, 各区5果2反覆, 1962年各区10果3反覆

果は無袋果の含量を下廻った。また, ばっ光果は7月15日~31日ばっ光の葉緑素含量が最高で, 無袋果含量を上廻り, 以後漸次低下して, 9月1日~10日ばっ光あたりまでは有袋, 無袋果の中間値を示し以後のばっ光では有袋果にほぼ近い葉緑素含量であった。

1962年は6月21日から調査を始めたが, 無袋果では6月21日が最高で7月16日まで漸減し, 8月1日に再上昇して以後減少した。有袋果では7月1日が最高となり, 以後は無袋果と同様の増減傾向を示した。また, ばっ光果では7月16日~31日ばっ光の葉緑素含量が最高でほぼ無袋果に近く, 以後漸減して8月16日~31日ばっ光あたりまでは有袋果と無袋果の中間値を, 以後のばっ光果は有袋果の含量の値に近いが, ややこれを下廻った。

2. ばっ光果の収穫期における葉緑素含量

第2表 ばっ光果の収穫期における葉緑素含量 (mg/100cm²) (1960, 1961, 1962年)

ばっ光期間 全期間 月日	年次 有袋 月日	年次		
		1960	1961	1962
7.1 ~ 7.15	—	—	0.153	0.211
7.16 ~ 7.31	—	—	—	0.214
8.1 ~ 8.15	—	—	0.251	0.207
8.16 ~ 8.31	—	—	0.318	0.241
9.1 ~ 9.10	—	—	0.304	0.251
9.11 ~ 9.20	—	—	0.299	0.247
9.21 ~ 9.30	0.277	0.278	0.245	0.242
10.1 ~ 10.10	0.226	0.269	0.217	0.217
10.11 ~ 10.20	0.188	0.292	0.189	0.189
10.21 ~ 10.31	0.144	0.295	0.182	0.182
11.1 ~ 11.10	0.143	0.194	—	—

注. 調査果数 1960年各区5果2反覆
1961年各区10果反覆なし
1962年各区20果4樹反覆

1961年では8月1~15日ばっ光が, 1962年では8月16~31日ばっ光が最高の葉緑素含量を示し, この期間前後にばっ光した果実の葉緑素含量は減少した(第2表)。

3. 時期別除袋果の収穫期における葉緑素含量と着色
7月15日から15日ごとに, また9月1日から10日ごとに時期を遅らせて70果づつ除袋した果実について収穫期における葉緑素含量および着色状況を調査した結果は第3表のとおりである。これによると, 葉緑素含量は生育初期の除袋果ほど多く, 除袋期が遅れるにつれて漸減した。一方, 着色指数は生育初期の除袋果は低い値を示し, 除袋期が遅れるにつれて漸増し, 10月1日除袋期が1961, 1962年とも最高値を示し, 以後の除袋は再び低下した。これは生育初期の除袋ほど葉緑素含量が多くなることによって着色が阻害されるためと考えられる。一方

第3表 時期別除袋果の収穫期における葉緑素含量と着色 (1961, 1962年)

除袋期 全期間 月日	年次	1961		1962	
		葉緑素 (mg/100cm ²)	着色指数	葉緑素 (mg/100cm ²)	着色指数
7.16	—	0.491	59.3	0.299	43.7
8.1	—	0.353	56.4	0.335	42.9
8.16	—	0.311	63.3	0.284	—
9.1	—	0.265	58.8	0.277	48.1
9.11	—	0.269	56.5	—	—
9.21	—	0.255	62.2	0.277	45.6
10.1	—	0.219	51.3	0.250	—
10.11	—	0.237	68.9	0.240	62.2
10.21	—	0.245	62.5	0.224	61.4
10.31	—	0.200	61.9	0.219	47.4
	—	0.194	55.8	—	—

注. 調査果数 葉緑素, 1961年 各区10果反覆なし
1962年 各区20果3樹反覆
着色指数, 各区全処理果

第4表 被袋の時期と着色

(1963)

被袋時期	着色指数	色差 ΔE	着色階級別果実割合(%)		
			鮮紅色	濃紅色	暗紅色
落花後					
10日後	39.4	9.68	15.6	16.9	20.6
15	39.7	8.64	13.8	28.1	16.9
20	37.2	8.61	13.1	20.0	20.0
25	36.7	7.82	13.8	17.5	21.3
30	37.4	7.34	6.9	19.4	23.1
35	40.9	6.78	7.5	23.8	24.4
40	37.1	5.99	8.1	19.4	23.1
50	40.0	4.89	1.3	11.9	31.3
60	40.9	3.69	2.5	18.1	30.6
無袋	54.8	—	0	16.3	38.1

注. 色差計調査: 各区10果4樹反覆

着色調査: 全処理果

10月1日以降の除袋では葉緑素含量は少ないが除袋から収穫期までの日照量が不足するため、十分な着色を得られなかったためと考えられる。

4. 被袋の時期と着色

被袋時期を落花10日後から60日後まで、5日ないし10日づつおくらせて被袋し、採取後着色を調査した(第4表)。

着色指数は被袋時期との間に一定した傾向が認められなかったが、色差計にてL, a, bを測定し、無袋果との色差 ΔE ($\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$)を算出した結果では、被袋の時期と色差 ΔE の間に強い相関が認められ($r = -0.996^{**}$)被袋期がおくれるにつれて ΔE 値が漸減した。

この値をもとに回帰式を算出した結果、

$y = -0.117x + 10.76$ となり、 x つまり被袋期が落花92日後(1963年では8月22日以降)の被袋では無袋果との色差が全くないことが推計された。次に果実着色の度合いを目測により鮮紅色、濃紅色、暗紅色の3段階に分け、各階級の果実50果づつを各被袋処理区より選出して色差計にてL, a, bを測定した結果、各着色階級についてL, a, b値が一定の範囲に集中したので、この値をもとに果実の着色3階級を次のとおり規制した。

鮮紅色: L; 32~42, a; +26~+35, b; +8~+15

濃紅色: L; 30~50, a; +20~+25, b; +5~+17

暗紅色: L; 30~52, a; +15~+19, b; +5~+20

次に全処理区の果実のL, a, b値より、この果色3階級のL, a, b値に包含される果実割合を見た(第4表)。

この結果、被袋時期がおくれるにつれて鮮紅色果の割合が急激に減少し、暗紅色果の割合が増加した。また濃

第5表 果実生育期間中の気象

(1961, 1962年りんご試)

時期	年度 気象要因 月日	1961			1962		
		20°C 以上温 度時間	25°C 以上温 度時間	日照 時間	20°C 以上温 度時間	25°C 以上温 度時間	日照 時間
	日						
	6.21~30	97	15	20	55	15	62
	7.1~15	192	101	74	166	76	115
	7.16~31	231	143	80	215	135	111
	8.1~15	210	140	111	205	124	99
	8.16~31	208	122	57	212	102	103
	9.1~10	125	79	52	100	27	28
	9.11~20	91	22	54	101	16	38
	9.21~30	86	22	44	39	0	35
	10.1~10	27	0	13	6	0	54
	10.11~20	6	0	42	11	0	49
	10.21~31	0	0	39	0	0	53
	11.1~10	0	0	45	0	0	28

注. 温度発現時間は昼間のみ。

紅色の割合はやや減少の傾向にあった。

4. 考 察

1961, 1962年の果実生育期間中における有袋果、無袋果の葉緑素含量の消長を比較すると、7月16日以前の調査は、1962年のみであるから比較出来ないが、7月16日以降の増減傾向は1961年は1962年より急激である。この原因は主に気象要因との関係が深いとみて種々検討したが、両年の気象上で著しい差異は日照時間であることから、両年の生育初期における葉緑素含量の消長差異は主として日照時間の多少によるものと推察される(第5表)。

次に、ばっ光による葉緑素形成量は同一時期におけるばっ光直後の果実の葉緑素含量と有袋果の葉緑素含量との差と考えられるので、両試験年にわたってこの値を算出した結果、生育初期のばっ光ほどこの差が大きかった。この原因について、気象要因、特に温度・日照との関係を種々検討した結果、ばっ光期間中の日照時間数と昼間の25°C以上温度発現時間数との相乗値と相関が最も強く($r = 0.907^{**}$)果実葉緑素形成は日照と高温が相乗的に作用するものと考えられる。

次に1962年においては10月1日以降のばっ光果の葉緑素含量が有袋果をむしろ下廻る傾向にあったが、これはこの期間以後のばっ光では葉緑素の形成作用より分解作用が多く行なわれるためと推察される。

次に、ばっ光果の収穫期における葉緑素含量は、生育の中期つまり8月中のばっ光果が両年とも最高値を示したが、これを気象要因(日照時間数×昼間20°C以上発現時間)との相関を見ると相関係数はさほど高い値を示さなかった($r = 0.453^*$)。これは、8月中期以前にお

いてもこの(日照×温度)値がかなり高いにもかゝらず葉緑素含量がさほど高い値を示さないため、このことは、発育初期のばっ光は葉緑素の形成作用が強いが、幼果のため葉緑素の絶対量が少ないことに起因しているものと考えられる。こころみに8月中旬までのばっ光果を除外して相関係数を算出してみると $r = 0.798^{**}$ となる。

5. む す び

リンゴを無袋にすると果実の葉緑素形成が多くなり、

これが着色を阻害する一つの要因となっている。この葉緑素含量および形成は果実生育の初期ほど旺盛であるが、幼果のため、初期のばっ光はさほど着色に大きな影響をおよぼさず、むしろ8月中のばっ光が最も着色を不良にする傾向が認められた。

したがってこれらの時期に果実の葉緑素形成を抑制する何らかの対策を講ずるならば、現在無袋が困難とされている国光などの品種でも無袋が可能となり得るであろう。

ゴールドデリシャスのサビ果に関する研究

熊谷 徹 郎・永 山 忠 明

(宮城県農試)

1. ま え が き

本種は結果年が早く、しかも豊産性で果実の品質も良質であるが、栽培上無袋栽培を行なうと果面表皮がコルク化してサビが発生しやすく、商品性が著しく低下する。

現在は、サビ果の発生防止のために、小袋、大袋の二度の袋かけを行なっているが、労力不足、労働賃金や資材の高騰などにより、栽培方法の簡易化がさげばれ、諸氏により、被膜剤などによる無袋化が究明されているが、無袋栽培までの結びつきにはいたっていない。

本試験では、サビ果の発生原因の基礎的な究明を目的として、1962年～1965年の間の、サビ果の発生時期を年次別にとりまとめて考察したものである。

2. 試 験 方 法

宮城県立農業試験場の圃場で、ゴールド・デリシャス10年生(1962年当時)の樹を用いて、試験を行なった。

1. サビ果の発生時期について

本試験は、1962, '64, '65年の3カ年にわたって、第

1表に示す処理区をもうけて行なった。

各処理区は、小袋期間は落花9日後より落花40日後まで、ロー小袋(以下「小袋」という)を被袋し、大袋期間は落花40日後より収穫時まで、防菌二重袋(以下「大袋」という)を被袋した。

2. 小袋期間のサビ果の発生様相

本試験は1962, '63年の2年間にわたって行なった。落花9日後から落花36日後まで3日間隔で小袋を被袋した。

なお、小袋期間中は薬剤散布を行わなかった。

3. 調査方法

調査は収穫時に一斉に採取し、胴サビ、萼サビ、梗サビの各々について、サビの発生程度が、果面の3分の1以上のものを「多」、3分の1以下で商品価値を損じるものを「中」、軽微で商品価値を損じないものを「少」、サビの無いものを「無」として、肉眼的に判定し調査した。

3. 試 験 結 果

1. サビ果の発生時期について

小袋期間、大袋期間の無袋、有袋の処理区のサビ果発生程度を調査した結果は次のとおりである。

(1) 胴サビについて

胴サビについて、第2表にサビ果指数で示したとおり、処理区別には小袋期間無袋のⅠ区とⅡ区がサビ果の発生が多く、大袋期間無袋のⅢ区とⅣ区が少なくなっ

第1表 小袋、大袋の被袋区分

区 分	小袋期間	大袋期間	備 考
Ⅰ 区	無 袋	無 袋	全期間無袋
Ⅱ 区	無 袋	有 袋	小袋期間無袋
Ⅲ 区	有 袋	無 袋	大袋期間無袋
Ⅳ 区	有 袋	有 袋	全期間有袋