

夏期の高温および土壌乾燥がニホンナシ「にっこり」の水浸状果肉障害発生に及ぼす影響並びにその発生軽減技術

北原智史・石下康仁・大谷義夫

摘要: 栃木県で育成したニホンナシ「にっこり」は、近年の気候変動の影響を受け水浸状果肉障害が発生する年がみられ、生産現場で問題となっている。そこで、水浸状果肉障害発生に関連する環境要因を明らかにするとともに発生軽減技術について検討した。まず、樹体への高温、乾燥処理による影響を調査した。水浸状果肉障害の発生は夏期(満開後 90 日から 150 日まで)の高温、乾燥により助長された。次に、果実の温度変化を抑制することを目的に被袋処理効果を検討した。満開後 90 日から収穫時までの遮光率の高い果実袋の被袋は、果実温度の変化を小さくし水浸状果肉障害発生を軽減できることを明らかとした。

キーワード: 果実袋, 乾燥, 高温, 水浸状果肉障害, にっこり

Effect of summer temperature and dryness on the occurrence of fruit physiological disorders, and the establishment of reduction techniques in Japanese pear 'Nikkori'

Satoshi KITAHARA, Yasuhito ISHIOROSHI, Yoshio OYA

Summary: Fluctuations in climate have increased the occurrence of water-soaked disorders in the Japanese pear 'Nikkori' cultivated Tochigi Prefectural Agricultural Experiment Station, and this disorder has become a problem in the production field. Therefore, environmental factors related to the occurrence of these physiological disorders and techniques to decrease occurrence were examined in the present study. First, we investigated the effects of high temperature and dryness on Japanese pear trees. High temperature and dryness in summer (between 90 and 150 days after the full blossom) increased the rate of occurrence of water-soaked disorder. We also examined the effectiveness of covering the fruit with bags in order to restrain the change of fruit temperature. Covering the fruit with bags minimized changes in fruit temperature, with high shading rates 90 days after full blossom to harvest, and decreased the severity of the water-soaked disorder that occurred in the fruits.

Key words: Dryness, Fruit bag, Nikkori, High temperature, Water-soaked disorder

I 緒言

近年、人間活動に起因する温室効果ガス増加の影響により地球温暖化が急激に進んでいる。地球温暖化は、単純な気温の上昇だけでなく異常気象の原因ともなっており、ここ数年は日本においても全国的に高温、酷暑の年が多くなっている(気象庁, 2014)。農業は気温、降雨等の気象的要因に大きな影響を受け、露地栽培における作物生産活動ではその影響は特に大きい。

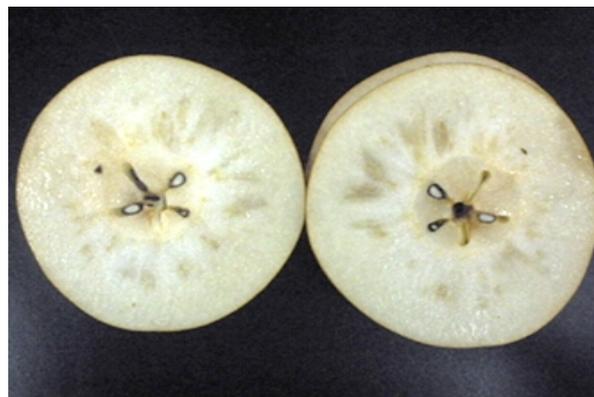
果樹類は、永年性の樹木であることから、作期調節や作付け地の変更が難しく、気候変動の影響を受けやすい。気候変動に伴う生育期間の気温上昇の影響による発芽・開花期の前進化はほぼ全ての樹種で共通してみられる。また、アントシアニンやカロテノイド等の色素により果皮が着色するタイプの果樹であるリンゴ、ブドウ、カキ、ウンシュウミカン等の果実は、果実着色の遅延・不良が発生する。一方で果実の成熟に伴い果皮のクロロフィルが消失するタイプの果樹であるニホンナシ、ウメ、モモ等の果実は、果実着色の遅延・不良が発生しない等、樹種により生育期間の気温上昇の影響は異なる(杉浦, 2007)。果実着色への影響以外では、リンゴやカキにおける果肉の軟化、貯蔵性の低下、ブドウやニホンナシにおける発芽不良等が問題となっている(杉浦, 2007)。

本県の果樹栽培をみると、ニホンナシは産出額が全体の50%以上と栽培が盛んで、平成24年の産出額が60億円と全国で3位となっている(農林水産省, 2014)。また、ニホンナシ栽培を巡る現状としては、老木化による生産性の低下、担い手の減少や高齢化等が課題として挙げられるが、気候変動が原因と考えられる果実品質への影響も大きな問題となっている。

ニホンナシ‘にっこり’は、平成8年に栃木県が育成した晩生品種で、平均果重800g、平均糖度12%と大果で食味良好な品種である。県内のニホンナシ作付け面積の約10%を占め(栃木県農政部, 2014)、「幸水」、「豊水」に次ぐ主要品種となっている。しかし、近年、「にっこり」は果実生理障害の発生が問題となっている。ニホンナシの果実生理障害は、冷夏の年に発生する「豊水」のみつ症やすり症が農家経営を圧迫してきた。また、果樹研究所が育成した「あきづき」や「王秋」でも果実生理障害の発生がみられるようになり、2009年に実施された「ナシあきづきおよび王秋の果実生理障害に関する検討会」では、これらの品種に発生する「水浸状果肉障害」および「コルク状果肉障害」について報告され、果実生理障害の発生が全国的な問題となっている。代表的な果実生理障害である「豊水」のみつ症は、果皮直下から果肉部に帯状に

発生することが多く、境界不明瞭な水浸状が次第に明瞭になり拡大する(佐久間, 1998)のに対し、「にっこり」に発生する果実生理障害は、維管束部分を中心とした水浸状の小斑点が発生する障害で、小さな褐変が認められることが多い(第1図)。この症状は、「あきづき」に発生する「水浸状果肉障害」と同様の症状であることから「水浸状果肉障害」として扱うこととした。「水浸状果肉障害」は、「にっこり」が栽培され始めた当初は発生がみられなかったものの、近年になり発生が問題となってきた。しかしながら、発生に関連する環境要因は解明されておらず発生軽減対策も確立されていない。

そこで本報告では、「豊水」や「新高」での報告(猪俣ら1993, 岡田ら2005, 佐久間ら1995, 佐久間2002)をもとに、収穫前の温度、土壌条件と水浸状果肉障害発生との関係について明らかにするとともに、発生要因から発生軽減対策を検討したのでその結果を報告する。



第1図 水浸状果肉障害

II 材料および方法

1. 高温処理が水浸状果肉障害発生に及ぼす影響

供試した樹は、栃木県農業試験場内の16年生マメナシ台にっこりで、作型は露地栽培とした。試験は2012年に行い、収穫前に高温条件とするため、樹冠下全体を覆うように棚面1.5m上に厚さ0.1mmのポリエチレンフィルムでトンネル被覆した。また、高温処理時期の影響を検討するため、満開後90日から120日被覆(90-120日区)、満開後120日から150日被覆(120-150日区)、および無処理区の3区を設け、それぞれ1樹供試した。着果管理は、予備摘果、仕上摘果、補正摘果をそれぞれ満開後15日、40日、130日に行い最終着果数を7果 m^2 とした。施肥管理は、10a当たりの施用量を窒素15kg、リン酸12kg、カリ15kgとし、基肥として11月下旬に施用した。調査として、果実周辺の棚面の気温および樹体温度(樹皮から10mm内部)は熱電対で1時間おきに計測した。収穫は、

にっこり用カラーチャート4.0~5.0で行い、水浸状果肉障害発生程度、果実品質を調査した。水浸状果肉障害発生数、大きさを調査した。なお、発生程度は0：健全果実、1：障害部位が10mm未満で発生数が1~3個、2：障害部位が10mm未満で発生数が4~6個、3：障害部位が10mm以上または発生数が7個以上の4段階とし、2以上を販売不可能な重症果と規定した。また、発生指数は発生程度×発生果数/調査果数により算出した。収穫時果実品質は、栃木県なし生育診断予測事業調査方法に準じて調査した。

2. 土壌乾燥処理が水浸状果肉障害発生に及ぼす影響

供試した樹は、栃木県農業試験場内の16年生マメナシ台にっこりで、作型は露地栽培とした。試験は2012年に行い、収穫前に土壌乾燥条件とするため、樹冠下に7.2m×7.2mの正方形に深さ50cm、幅30cmの溝を掘り、雨水の流入を防ぐために地表面を厚さ0.1mmのポリエチレンフィルムで覆った。なお、夜間および降雨時以外は、ポリエチレンフィルムをはがし土壌水分の蒸発を促すとともに地温上昇を防いだ。上記の乾燥処理を満開後90日から150日まで行った乾燥区と無処理区の2区を設け、それぞれ1樹供試した。調査として、土壌水分はテンシオメータを地表下20cmおよび45cm地点に設置し毎日9時に調査した。着果管理、施肥管理、収穫方法および水浸状果肉障害発生程度、果実品質の調査方法は1に準じた。

3. 果実袋による水浸状果肉障害発生軽減技術

1) 被袋時期の検討

供試した樹は、栃木県農業試験場内の16年生マメナシ台にっこりで、作型は露地栽培とした。試験は2012年に行い、果実温度の変化を少なくするために、遮光率99.3%の灰色外袋・オレンジ色内袋二重袋を果実に被袋した。被袋時期の影響を明らかにするために、被袋時期は満開後60日から90日(60-90日区)、満開後90日から120日(90-120日区)、満開後120日から150日(120-150日区)、満開後60日から収穫時(60-収穫区)、満開後90日から収穫時(90-収穫区)、満開後120日から収穫時(120-収穫区)、無袋(無処理区)とし、それぞれ1主枝供試した。調査として、果実温度は無処理区および被袋処理を代表して60-収穫区の果実を用いて計測し、9月6日から10日(満開後134日から138日)の5日間、果実表面から10mm内部の温度を熱電対で1時間おきに調査した。着果管理、施肥管理、収穫方法および水浸状果肉障害発生程度、果実品質の調査方法は1に準じた。

2) 果実袋の遮光率の検討

供試した樹は、栃木県農業試験場内の17年生マメナシ

台にっこりで、作型は露地栽培とした。試験は2013年に行い、果実温度変化の影響を明らかにするために遮光率の異なる果実袋を満開後90日から収穫時まで被袋した。果実袋は遮光率54.9%の赤色一重袋(54.9%区)、66.8%の黄色一重袋(66.8%区)、84.2%の黄色外袋・赤内袋二重袋(84.2%区)、99.3%の灰色外袋・オレンジ色内袋二重袋(99.3%区)を使用し、無袋を無処理区とした。果実袋は1樹あたりそれぞれ30果被袋し、2樹供試した。調査として、果実温度は7月23日から27日(満開後105日から109日)の5日間、果実表面から10mm内部の温度を熱電対で1時間おきに調査した。収穫は、果実袋の被袋により各処理区で異なる果実表面色となることから、10月20日(満開後194日)に一斉収穫した。なお、調査対象はにっこりカラーチャートで4.0~5.0の果実のみとし、未熟果、過熟果を調査対象から除外した。着果管理、施肥管理、および水浸状果肉障害発生程度、果実品質の調査方法は1に準じた。

III 結果

1. 高温処理が水浸状果肉障害発生に及ぼす影響

高温処理時の棚面の気温および樹体温度を第1表および第2表に、高温処理が水浸状果肉障害発生および果実品質に及ぼす影響を第3表および第4表に示した。棚面の平均気温は、無処理区に比べ90-120日区で1.4℃、120-150日区で3.3℃高かった。平均日最高気温は、90-120日区で6.9℃、120-150日区で5.5℃無処理区より高かった。樹体温度は、無処理区に比べ平均温度が90-120日区で1.1℃、120-150日区で1.8℃、平均日最高温度が90-120日区で1.7℃、120-150日区が4.0℃高かった。水浸状果肉障害発生程度2以上の重症果の割合、発生指数は、90-120日区、120-150日区ともに無処理区に比べ高く、

第1表 高温処理時の棚面の気温および樹体温度
(満開後90日から120日)

処理区	棚面の気温(℃)			樹体温度(℃)		
	平均	平均 日最高	平均 日最低	平均	平均 日最高	平均 日最低
90-120日区	28.3	39.7	22.3	27.4	31.4	24.1
無処理区	26.9	32.8	22.3	26.3	29.7	23.4
処理間差	1.4	6.9	0.0	1.1	1.7	0.7

第2表 高温処理時の棚面の気温および樹体温度
(満開後121日から150日)

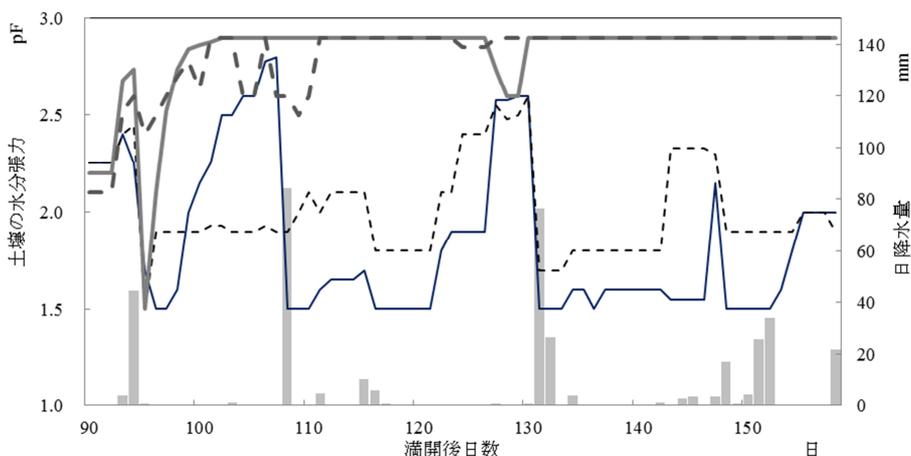
処理区	棚面の気温(℃)			樹体温度(℃)		
	平均	平均 日最高	平均 日最低	平均	平均 日最高	平均 日最低
120-150日区	28.6	37.2	22.9	26.8	32.8	23.1
無処理区	25.3	31.7	21.0	25.0	28.8	22.0
処理間差	3.3	5.5	1.9	1.8	4.0	1.1

第3表 高温処理が水浸状果肉障害発生に及ぼす影響(2012年)

処理区	調査果数 果	障害程度別発生率 %					発生指数
		0	1	2	3	重症果	
90-120 日区	132	19.7	28.0	44.7	7.6	52.3	1.4
120-150 日区	103	16.5	32.0	39.8	11.7	51.5	1.5
無処理区	128	28.1	33.6	35.2	3.1	38.3	1.1

第4表 高温処理が収穫時果実品質に及ぼす影響(2012年)

処理区	収穫盛 月/日	果重 g	地色 cc	糖度 %Brix	硬度 lbs	酸度 pH
90-120 日区	11/8	1102	5.0	12.5	4.7	5.0
120-150 日区	11/8	1065	5.0	13.1	4.9	5.0
無処理区	11/8	1104	5.0	12.3	4.5	5.0



第2図 土壌の水分張力および日降水量の推移

■ 降水量 — 無処理区 20cm - - - 無処理区 45cm — 乾燥区 20cm - - - 乾燥区 45cm

第5表 土壌乾燥処理が水浸状果肉障害発生に及ぼす影響(2012年)

処理区	調査 果数 果	障害程度別発生率 %					発生 指数
		0	1	2	3	重症果	
乾燥区	127	7.9	26.8	55.1	10.2	65.4	1.7
無処理区	128	28.1	33.6	35.2	3.1	38.3	1.1

第6表 土壌乾燥処理が収穫時果実品質に及ぼす影響(2012年)

処理区	収穫 盛 月/日	果重 g	地色 cc	糖度 %Brix	硬度 lbs	酸度 pH
乾燥区	11/5	840	4.9	13.3	4.8	5.1
無処理 区	11/8	1104	5.0	12.3	4.5	5.0

高温処理期間に関係なく水浸状果肉障害発生が助長された。収穫時果実品質として、糖度は120-150日区で高かったが、収穫盛、果重、硬度、酸度は各処理区間に差がなかった。

2. 土壌乾燥処理が水浸状果肉障害発生に及ぼす影響

土壌乾燥処理時の土壌の水分張力および日降水量を第2図に、土壌乾燥処理が水浸状果肉障害発生および収穫時果実品質に及ぼす影響を第5表および第6表に示し

た。土壌の水分張力は乾燥区で地表下20cm、45cmともに満開後97日から150日までpF2.5以上と高く推移した。無処理区では、晴天が続き一時的にpF2.5になる日もあったが、適度な降雨があり概ねpF2.1以下で推移した。水浸状果肉障害発生程度について、重症果の割合、発生指数は無処理区に比べ乾燥区で高かった。収穫時果実品質は、乾燥区で明らかに果重が小さく、糖度が高かった。硬度、酸度は差がなかった。

3. 果実袋の被袋による水浸状果肉障害発生軽減効果

1) 被袋時期の検討

被袋処理が果実温度に及ぼす影響、水浸状果肉障害発生に及ぼす影響、収穫時果実品質に及ぼす影響をそれぞれ第7~9表に示した。果実の平均温度は着果部位、計測部位ともに差がなかったが、平均日最高温度は無処理区に比べ有袋(60-収穫区)で低かった。特に、日向に着果した果実の平均日最高温度は、無処理区に比べ有袋(60-収穫区)で3.6℃低く、果実温度の上昇が抑えられた。また、平均日最高温度と平均日最低温度の較差は、いずれの着果部位でも無処理区に比べ有袋(60-収穫区)で小さかった。水浸状果肉障害発生程度について、重症果の割合、発生指数は60-収穫区および90-収穫区で低く、無処理区が最

第7表 被袋処理が果実温度に及ぼす影響(2012年)

着果部位	計測部位	処理区	果実温度 °C			
			平均	平均日最高	平均日最低	平均日最高-平均日最低
日向	陽光面	有袋(60-収穫区)	26.2	34.5	20.5	14.0
		無処理区	25.9	38.1	19.6	18.5
	陰影面	有袋(60-収穫区)	25.1	31.3	20.5	10.8
		無処理区	25.2	32.1	20.3	11.8
日陰	陽光面	有袋(60-収穫区)	25.1	30.0	21.0	9.0
		無処理区	25.0	31.0	20.5	10.5
	陰影面	有袋(60-収穫区)	25.0	29.9	21.0	8.9
		無処理区	24.8	30.7	20.4	10.3

注1. 果実温度は果皮から10mm内部で計測した。

2. 果実温度は60-収穫区、無処理区の果実を用いて計測した。

3. 果実温度は9月6日から10日(満開後134日から138日)に計測した。

第8表 被袋処理が水浸状果肉障害発生に及ぼす影響(2012年)

処理区	調査果数	障害程度別発生率 %					発生指数
		0	1	2	3	重症果	
60-90日区	55	38.2	58.2	3.6	0.0	3.6	0.7
90-120日区	59	62.7	37.3	0.0	0.0	0.0	0.4
120-150日区	37	64.9	35.1	0.0	0.0	0.0	0.4
60-収穫区	60	76.7	23.3	0.0	0.0	0.0	0.2
90-収穫区	42	95.2	4.8	0.0	0.0	0.0	0.1
120-収穫区	29	41.4	55.2	3.4	0.0	3.4	0.6
無処理区	89	37.1	51.7	11.2	0.0	11.2	0.7

第9表 被袋処理が収穫時果実品質に及ぼす影響(2012年)

処理区	収穫盛月/日	果重 g	地色 cc	糖度 %Brix	硬度 lbs	酸度 pH
90-120日区	11/1	895	4.9	13.4	4.9	5.1
120-150日区	10/29	1073	4.9	12.9	4.5	5.1
60-収穫区	11/1	918	4.9	12.8	4.7	5.3
90-収穫区	11/1	1007	5.0	12.6	4.6	5.2
120-収穫区	11/1	992	4.9	13.4	4.9	5.1
無処理区	11/1	1023	4.9	13.1	5.0	5.1

も高かった。収穫時果実品質は、硬度、酸度に差はなかったが糖度は処理間でばらつきがあった。

2) 果実袋の遮光率の検討

被袋処理が果実温度に及ぼす影響、水浸状果肉障害発生に及ぼす影響、収穫時果実品質に及ぼす影響をそれぞれ第10～12表に示した。また、果実の平均日最高温度と水浸状果肉障害発生指数の関係を第3図に示した。果実の平均温度は各処理区間に差がなかった。一方、平均日

第10表 被袋処理が果実温度に及ぼす影響(2013年)

処理区	果実温度 °C			
	平均	平均日最高	平均日最低	平均日最高-平均日最低
54.9%区	28.5	36.5	23.0	13.5
66.8%区	28.5	36.9	22.9	14.0
84.2%区	28.3	36.2	22.7	13.5
99.3%区	27.8	35.5	22.5	13.0
無処理区	28.3	37.5	22.7	14.8

注1. 果実温度は果皮から10mm内部で計測した。

果実温度は7月23日から27日(満開後105日から109日)に計測した

第11表 被袋処理が水浸状果肉障害発生に及ぼす影響(2013年)

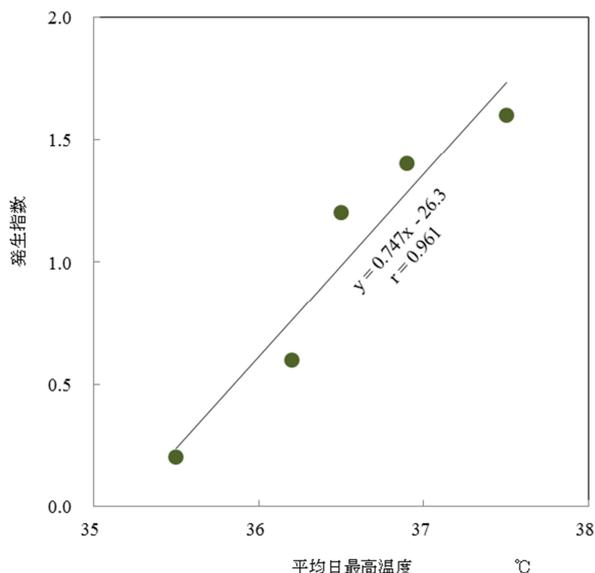
処理区	調査果数	障害程度別発生率 %					発生指数
		0	1	2	3	重症果	
54.9%区	26	19.2	50.0	19.2	11.5	30.8	1.2
66.8%区	28	34.4	17.7	17.7	30.2	47.9	1.4
84.2%区	26	45.2	47.0	7.7	0.0	7.7	0.6
99.3%区	24	82.5	12.9	4.5	0.0	4.5	0.2
無処理区	165	13.1	35.1	26.9	24.9	51.8	1.6

最高温度は無処理区で37.5°Cと最も高く、99.3%区で35.5°Cと低かった。また、平均日最高温度と平均日最低温度の較差は無処理区で最も大きく99.3%区で最も小さかった。水浸状果肉障害について、重症果の割合、発生指数は無処理区が最も高く、99.3%区が最も低かった。なお、果実温度の平均日最高温度が低いほど、水浸状果肉障害の発生が少なかった。収穫時果実品質は、果重、糖度、硬度、酸度ともに各処理区間に差がなかった。な

第12表 被袋処理が収穫時果実品質に及ぼす影響(2013年)

処理区	収穫盛月/日	果重 g	地色 cc	糖度 %Brix	硬度 lbs	酸度 pH	果皮色		
							L*	a*	b*
54.9%区	10/20	804	4.9	12.0	4.3	5.0	53.8	6.1	35.3
66.8%区	10/20	756	4.8	12.3	4.5	5.0	56.3	4.5	36.7
84.2%区	10/20	814	4.9	11.8	4.2	5.0	56.8	2.8	36.4
99.3%区	10/20	790	5.0	11.9	4.3	5.1	58.5	4.1	34.2
無処理区	10/20	861	4.8	12.1	4.2	5.0	52.8	6.3	34.3

注. 果皮色のL*は明度(0は黒, 100は白の拡散色), a*は赤と緑(正の値は赤, 負の値は緑), b*は黄色と青(正の値は黄色, 負の値は青)を表す



お、果実袋の遮光率が高い果実ほど果皮色の明度が高く、逆に無処理区や遮光率が低い袋の果実ほど赤色を帯びた。

IV 考察

ニホンナシに発生する果実生理障害には、‘豊水’のみつ症、‘新高’のみつ症、‘あきづき’の水浸状果肉障害、コルク状果肉障害および‘王秋’のコルク状果肉障害等がある。果実生理障害の発生要因は品種により異なり、温度や土壌条件等の環境的要因、施肥管理や栽培管理等の肥培管理的要因(島田ら, 2014)、品種特有の遺伝的要因(梶浦・佐藤, 1990)といったように多岐にわたる。環境的要因の例としては、‘豊水’のみつ症、‘新高’のみつ症があげられる。‘豊水’のみつ症は、生育初期の高温(佐久間ら, 1995)と夏期の低温(松浦・青木, 1981; 猪俣ら, 1993)で助長されるが、夏期の低温がより大きな影響を及ぼすことから低温発生型の障害であり、‘新高’のみつ症は夏期の高温、乾燥(岡田ら, 2005)で助長されることから高温乾燥発生型の障害である。

本試験は 豊水および新高の事例を参考に高温、乾燥の影響を調査した。まず温度条件として、満開後 90 日から 120 日(7 月下旬から 8 月下旬)および満開後 120 日から 150 日(8 月下旬から 9 月下旬)までの高温条件による影響を検討した。その結果、いずれの期間の高温条件においても水浸状果肉障害が助長され、‘にっこり’の水浸状果肉障害は高温型の果実生理障害であることが明らかとなった。なお、生育期間中の低温による影響は調査していないが、‘豊水’でみつ症が発生する年は‘にっこり’においても果肉軟化傾向であることから、今後果実の生育ステージ全般にわたる温度条件の検討が必要である。

次に土壌条件として、満開後 90 日から 150 日(7 月下旬から 9 月下旬)までの乾燥条件による影響を調査した。

その結果、土壌乾燥により果実糖度が上昇するという正の影響もあったが、水浸状果肉障害が助長されることが明らかとなった。しかし、今回の試験は満開後 90 日から 150 日までの長期間に、地表下 45cm 地点の土壌水分を pF2.5 以上という強度の乾燥状態においたものであり、土壌乾燥の期間や程度等の細かい特定までは至っていない。今後、乾燥の期間や程度についてより詳細な検討が必要である。

ニホンナシの果実生理障害の生化学的発生メカニズムは、‘豊水’のみつ症で詳細に報告されている。みつ症は果実成熟過程における過熟現象であり細胞壁の崩壊と光合成代謝産物であるソルビトールの細胞間隙への浸出であるとされている(山木, 1982)。また、佐久間(2002)は、‘豊水’では果実生育初期の高温遭遇、強摘果、ジベレリン処理等により果実が急激に肥大すると細胞壁の生成、充実が不十分となり、夏期の低温等の影響を受けやすくなり、その結果みつ症の発生が助長されると述べている。

‘にっこり’における水浸状果肉障害の生化学的発生メカニズムは明らかとなっていないが、高温、乾燥条件に遭遇した結果、果肉細胞の細胞壁に負担がかかり内容物が溶出するために発生するものと推察できる。このため、発生軽減対策としては、果実にかかる高温ストレスや乾燥ストレスを軽減させることが有効であると考えられた。高温ストレスへの対策としては、岡田ら(2005)が‘新高’のみつ症対策として 9 月の 1 か月間の遮光ネット(遮光率約 20%)による遮光処理を提唱しているが、これは果実温度の上昇を軽減させるためであると考えられた。そこで、より簡易な発生軽減対策として、果実への高温ストレスの軽減効果が期待できる果実袋の被袋処理を検討した。その結果、果実袋を被袋することで果実温度の上昇が抑えられるとともに、果実温度の変化が小さくなり、水浸状果肉障害を軽減できることが明らかとなった。試験は、果実袋の処理期間、遮光率について詳細に調査した。果実袋の処理期間については、満開後 60 日から 90 日という短期間ではほとんど効果はなく、満開後 60 日から収穫時および満開後 90 日から収穫時までという長期間に被袋することで安定して水浸状果肉障害を軽減できる結果となった。‘にっこり’は収穫開始が 10 月中下旬と遅く、果実が夏期の高温に遭遇する期間が長い。そのため、果実袋の被袋期間も気温が高くなる 7 月頃から収穫時までの長期間とすることで効果が高まったと考えられる。また、果実袋の遮光率については、遮光率が高いほど果実温度の上昇が抑えられるとともに、果実温度の変化が小さくなり水浸状果肉障害を軽減できた。特に遮光率 99.3%の果実袋は水浸状果肉障害の発生が少なく発生抑

制効果が高かった。また、果実袋の被袋は果実温度の変化を抑えるだけでなく、果実水分にも影響を及ぼしていると予想される。水浸状果肉障害発生には果実温度だけでなく果実水分も関係していると考えられることから、今後、果実水分についても詳細に調査する必要がある。乾燥ストレスへの対策としては、岡田ら(2005)が‘新高’のみつ症対策として8月から9月にかけての適度な灌水を提唱している。今回の試験では無降雨日が10日続くと、地表下45cm地点の土壌水分がpF2.5以上と乾燥状態になった。そのため、無降雨日が続く場合には土壌の乾燥が進むのを防ぐため7日程度おきに灌水することが有効であると考えられる。なお、高温処理試験、土壌乾燥処理試験、果実袋の遮光率試験では無処理区においても水浸状果肉障害が多発した。栃木県が育成したニホンナシ‘きりり’は高接ぎをすることで果実生理障害の発生が助長されることが明らかとなっている。上記の3試験ではいずれも高接ぎ樹を供試しているが、にっこりにおいても高接ぎした影響により無処理区においても水浸状果肉障害の発生が多かったものと考えられる。

生産現場において‘にっこり’の水浸状果肉障害が多発した2013年、河内農業振興事務所が生産者アンケート調査を実施した。多発園は高接ぎ樹の割合が高い、作土層が浅い、樹勢が弱い傾向にある等の共通点があった。このことは、果実袋の被袋や灌水等の対策だけでなく、高接ぎ樹から苗木への更新、土壌改良、適正な樹勢の維持といった基本に立ち返った栽培管理励行の必要性を示唆しており、今後より詳細な確認が必要である。

梶浦・佐藤(1990)は‘二十世紀’後代の多くの品種にみつ症が発生しており、みつ症の発生は遺伝的な要因が極めて大きいことを示唆している。‘にっこり’は‘新高’に‘豊水’を交配して得られた品種であるが、これら2品種は低温や高温条件で果実生理障害が発生することから、それらの特性を反映した結果、‘にっこり’においても果実生理障害が発生しやすいものと考えられる。地球温暖化に伴う異常気象が頻発する中で温度、降水量等の気象的な要因を人為的に制御するには限界があることから、今後は果実生理障害が発生しない品種の育成が強く求められる。加藤・北口(2014)は、ジベレリン処理によるみつ症発生難易度の早期判定方法を提唱しているが、これらの技術を活用する等して果実生理障害対策も含めて、近年の気象的变化にも適応、順応できる品種を育成していく必要がある。また、根域を土壌から隔離し、人為的に水分管理を行う根圏制御栽培のような栽培手法は、露地栽培に比べ気象的な影響に対応しやすい。果実生理障害対策に限らず、今後の異常気象に対応する栽培手法として

さらなる発展が求められる。

謝 辞

本研究を遂行するに当たり石川昭男技査、大貫悟主任技術員、小田切晃司主任技術員およびパート職員には試験圃場の管理並びに調査等に多大なご協力をいただいた。また、本稿を執筆するに当たり、関係者の方々に貴重なご助言・ご指導をいただいた。ここに記して心から感謝の意を表する。

引用文献

- 猪俣雄司・村瀬昭治・長柄 稔・篠川侶雄・及川 悟・鈴木邦彦(1993)ニホンナシ豊水のみつ症の発生条件の解明に関する研究。園学雑：62：257-266
- 梶浦一郎・佐藤義彦(1990)ニホンナシの育種及びその基礎研究と栽培品種の来歴及び特性。果樹試報 特報1：1-36
- 加藤 修・北口美代子(2014)ニホンナシの育成系統及び「豊水」樹に対するみつ症発生難易度の検定法。千葉農総研研報6：117-123
- 気象庁(2014)異常気象レポート2014
- 松浦永一郎・青木秋広(1981)ニホンナシ豊水の成熟特性と収穫適期判定 第2報 1980年の不良天候下における成熟の特異性。栃木農試研報27：107-112
- 農林水産省(2014)平成25年農業産出額及び生産農業所得
- 岡田眞治・大崎伸一・北村光康(2005)ニホンナシ新高のみつ症発生に及ぼす環境要因。熊本農研セ研報13：83-92
- 佐久間文雄(1998)農業技術体系。果樹編3 ナシ生理障害と栽培技術上の重要病害虫I 要素欠乏症-豊水のみつ症。追録13号328の6-11
- 佐久間文雄・梅谷 隆・多比良和生・片桐澄雄・檜山博也(1995)ニホンナシ豊水のみつ症発生に及ぼす果実生育初期の高温とジベレリンの影響。園学雑64：243-249
- 佐久間文雄(2002)ニホンナシ豊水におけるみつ症発生に係わる栽培要因の解明に関する研究。茨城農総セ園研特報2：1-89
- 島田智人・片野敏夫・大庭恵美子・井上博道・羽山裕子(2014)施肥量およびカルシウム散布がニホンナシ‘あきづき’の果肉障害の発生に及ぼす影響。園学研13(別1)：90
- 杉浦俊彦・黒田治之・杉浦裕義(2007)温暖化が我が国

の果樹生育に及ぼしている影響の現状. 園学研

6(2) : 257-263

栃木県農政部(2014)平成 26 年度果樹各種調査

山木昭平(1982)ニホンナシ果実の生理障害(ボケ, 石ナ

シ, みつ症状果など)における生化学的特徴. 秋園

芸学会シンポジウム要旨 : 7-16