

# ウメ ‘南高’ 樹体への乾燥ストレスおよび着果負担が 果実および梅酒品質に及ぼす影響

大江孝明・土田靖久<sup>1</sup>・山崎哲弘<sup>2</sup>・奥井弥生<sup>3</sup>・石原紀恵<sup>2</sup>・岡室美絵子・細平正人

和歌山県果樹試験場うめ研究所

## Influence of the Drought Stress and Crop Load to Japanese Apricot (*Prunus mume* Sieb.et Zucc.) 'Nanko' Tree on Qualities of Fruit and Processed Ume Liqueur

Takaaki Oe, Yasuhisa Tsuchida, Tetsuhiro Yamasaki, Yayoi Okui, Norie Ishihara, Mieko Okamuro and  
Masato Hosohira

*Laboratory of Japanese Apricot, Fruit tree Experiment Station, Wakayama Prefecture*

### 緒 言

ウメ (*Prunus mume* Siebold & Zucc.) は古くから健康食品として利用されてきた。近年、消費者の健康意識の高まりとともに、果実の有する機能性が注目されていることから、ウメ果実やその加工品の機能性についての科学的解析が進められている (金銅・赤木, 2007; 三谷, 2010; 三谷・矢野, 2006; 尾崎, 2008)。加えて、梅酒や梅肉エキスなどウメ加工品の機能性についての報告も近年多くみられる (金銅・赤木, 2007; Sriwilaijaroen ら, 2011; 玉置ら, 2002; 富田, 2003, 2006; Yingsakmongkon ら, 2008; 吉川ら, 2004, 2008)。ウメ果実に豊富な機能性成分として、疲労回復効果や血液流動の改善効果を有するクエン酸 (伊藤, 1991; 尾崎, 2004) などの有機酸, 糖アルコールの一種で整腸作用を有するソルビトール (伊藤, 1991; 戸田・高野, 2006), 抗酸化性を有するβ-カロテン (田中, 2002) やポリフェノール類 (田中, 2003) が挙げられる。ウメ果実を機能性成分量の多い状態で収穫, 加工することで, その価値を高めることにつながると考えられることから, 筆者らはこれまでに, 上述の機能性成分や活性酸素を消去する活性を示す抗酸化能に着目して研究を進めてきた。これら報告の中で, 収穫時期や着果位置が果実および梅酒加工品の機能性成分に大きく影響すること (大江ら, 2006, 2007, 2012a, 2012c), 紅色着色したウメ‘南高’果実はポリフェノール含量が多く, 抗酸化能が大きく, 果実の紅色着色やポリフェノール量には紫外光が重要な働きをすること (Oe ら, 2012) を報告した。

一方, 梅酒の食味に関与する成分についても徐々に明らかとなってきた。Kaneko ら (1998) はプルナシンが, 大竹・田中 (1990) はシュウ酸が梅酒の苦味に関与するとしている。また, 梅酒の香りについては, ‘白加賀’や‘甲州小梅’を原料とした報告がみられ (蟻川ら, 1997; 木村・岩田, 1990; 三枝ら, 1986; 時友ら, 2005), 既報 (大江ら, 2012b) で筆者らは, ‘南高’を原料とした梅酒の特徴香について調査し, 芳香に関与する成分の一部がγ-デカラクトン, δ-デカラクトン, 酪酸エチルおよび酢酸ブチルであり, 青っぽい香り成分の一部が安息香酸エチルであると報告した。

<sup>1</sup>現在: 経営支援課

<sup>2</sup>: キリンビール株式会社生産本部技術開発部酒類技術開発センター

<sup>3</sup>: メルシャン株式会社生産 SCM 本部品質管理部

また、上記苦み成分と熟度との関係についても報告した。さらに、高い香気成分含量を有する梅酒製造のための原料果実の熟度指標について報告した（大江ら，2012d）。

モモ果実のポリフェノール含量は土壤乾燥（久保田・工藤，1992）などに、リンゴ果実の糖および有機酸含量は着果量（Awad，2001）などによって大きく左右されることが知られている。また、水分ストレスによるポリフェノール含量の増加は、モモの渋味にもつながる（久保田・工藤，1992）。水分ストレスや着果負担が樹体生育に及ぼす影響についての報告はウメ（Tuchidaら，2011；土田ら，2011）やネクタリン（Naor，2005）でみられるが、ウメ果実の内容成分や加工品品質に及ぼす影響についての報告はほとんどみられない。ウメ園土壤の多くは保水性が低く、年によっては水分ストレスを受けやすい。また、ウメ‘南高’は一般的に摘果を行わないことから、せん定が弱いと花芽が多く残るため着果が著しく多くなり、肥大が抑制される。よって、乾燥や弱せん定による着果負担などの樹体へのストレスは、果実肥大や果実中の化学成分の含量に影響し、食味成分などの加工品品質にも影響することが予想される。

そこで本試験では、適正な樹体管理技術を確立する一環として、樹体への乾燥ストレスおよび着果負担が果実および梅酒加工品の化学成分および食味成分に及ぼす影響について検討した。

## 材料および方法

### 試験1. 土壤水分状態と果実および梅酒品質

うめ研究所内‘南高’（2009年に12年生）に対し、2005～2009年の5年間、乾燥処理区は第1表に示した期間中、透湿性マルチ（タイベック，デュポン社）で被覆して水分ストレスを与えた。適湿処理区はその期間中、無降雨期間6日ごとに20mmのかん水を行った。2009年に各区3樹を供試し、6月18日（青果収穫終期）に各樹の樹冠外周部から

第1表 乾燥処理区の乾燥処理期間

	乾燥処理期間	
	処理開始	処理終了
2005年	5月9日	～ 10月20日
2006年	5月26日	～ 11月7日
2007年	5月18日	～ 11月8日
2008年	5月23日	～ 11月7日
2009年	2月13日	～ 10月7日

から直射日光の当たらない平均的な大きさの果実を採取した。また、完熟落果収穫による収量と落葉期の樹冠占有面積当たりの発育枝（50cm以上の新梢）の本数を調査した。採取した果実のうち10果は、果実重、果径、果実硬度（レオメータ値，プランジャー直径5mm，侵入1mmでの定深度測定）および果皮色（ $L^*$ ， $b^*$ および $H^*$ 値）を既報（大江ら，2007）と同様に調査した。その後、各樹とも10果からほぼ均等に合計10gとなるように果皮を含む果肉を集め、 $-28^{\circ}\text{C}$ のフリーザー中に保存した。その後、果肉の有機酸と $\beta$ -カロテン含量をHPLC（LC10A，島津製作所）で、ポリフェノール含量をフォーリンチオカルト法で、抗酸化能（フリーラジカル消去能）を1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl（DPPH）を用いた比色法で既報（大江ら，2006，2007）と同様に測定した。果肉のスクロース，グルコースおよびソルビトール含量は，Shim-pack SCR-101Pカラム（ $300 \times 7.9$  mm，島津製作所）を用いて，フルクトースはShim-pack SCR-101Cカラム（ $300 \times 7.9$  mm，島津製作所）を用いて，超純水を移動相として，HPLCで測定した。

また、平均的な大きさの別の果実を250～400g程度選び、既報（大江ら，2006）と同様、果実1kgあたり氷砂糖0.8kg，35%果実酒用アルコール（ホワイトリカー）1.8Lの割合で漬け込み、冷暗所に6か月間保存して梅酒に加工した。漬け込み終了後、原料果実1kg当たりの梅酒作出量を測定するとともに、 $0.45 \mu\text{m}$ のフィルターでろ過し、梅酒の褐色度（450nm吸光度），機能性成分含量および抗酸化能を上記の果実と同様に測定した。また、苦みに関与する成分について、既報（大江

ら、2012b)と同様に、プルナシンは寺田・山本(1992)の分析方法により、シュウ酸はHataら(2006)の方法により、HPLCで測定した。香氣成分については、既報(大江ら、2012b)と同様に、 $\gamma$ -デカラクトン、 $\delta$ -デカラクトン、酪酸エチル、酢酸ブチルおよび安息香酸エチルを小林ら(2007)の報告を参考に、GC/MS(GC2010, 検出器GSMS QP2010, 島津製作所)で内部標準法により測定した。また、芳香成分を高めた状態で比較するため、4日追熟した果実を加工した梅酒も芳香成分の分析に用いた。

## 試験2. 着果量の違いと果実品質

うめ研究所内‘南高’(2009年に34年生)に対し、2005~2009年の5年間、着果多区は間引き剪定主体の弱い剪定(せん定重 $0.3 \text{ kgFW} \cdot \text{m}^{-2}$ )を行い着果量を多くし、着果少区は切り返し主体の強い剪定(せん定重 $0.7 \text{ kgFW} \cdot \text{m}^{-2}$ )を行い着果量を少なくした。2009年に着果多区は4樹、着果少区は3樹を供試し、6月18日(青果収穫終期)に各樹の樹冠外周部から直射日光の当たらない平均的な大きさの果実を採取した。採取した果実のうち10果は、試験1と同様に、果実重、果実硬度および果皮色( $L^*$ ,  $b^*$ および $H^*$ 値)、果肉および梅酒の有機酸、糖、 $\beta$ -カロテンおよびポリフェノール含量並びに抗酸化能を測定した。また、4日追熟した果実を梅酒に加工して梅酒の芳香成分の分析を行った。

## 結果

### 試験1. 土壌水分状態と果実および梅酒品質

乾燥処理区は適湿処理区に比べて落葉期の樹冠占有面積当たりの発育枝発生本数が少なく、収量は両区に差がなかった(第2表)。また、果実重、果径、果実硬度および果皮色 $H^*$ 値が小さく、果皮色 $L^*$ 値および $b^*$ 値が大きかった。果実(果肉を含む果肉)の機能性成分について、乾燥処理区は適湿処理区に比べてクエン酸、総有機酸およびポリフェノール含量が多く、抗酸化能が大きかった(第3表)。リンゴ酸、ソルビトール、全糖および $\beta$ -カロテン含量は両区に差がみられなかった。

第2表 果実採取樹の土壌水分状態と発育枝発生本数、収量および果実形質<sup>a</sup>

	発育枝本数 (本 $\cdot \text{m}^{-2}$ ) <sup>y</sup>	収量 ( $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$ ) <sup>y</sup>	果実重 (g)	果径(mm)		果径指数 (縦径/横径)	果実硬度 (kg)	果皮色		
				縦径	横径			$L^*$ 値	$b^*$ 値	$H^*$ 値
乾燥処理	2.6	3.4	41.9	41.1	39.8	1.03	0.68	59.0	39.2	100.2
適湿処理	4.5	1.6	47.6	43.2	41.6	1.04	0.93	58.1	37.3	103.2
有意性 <sup>x</sup>	**	NS	***	***	***	NS	***	*	**	***

<sup>a</sup>青果収穫終期(2009年6月18日)に3樹より平均的な大きさの果実を各樹10果採取して形質を調査(n=30)

<sup>y</sup>発育枝本数は2008年12月に50cm以上の枝を、収量は完熟落下果実を調査し、ともに樹冠専有面積当たりで表示

<sup>x</sup>有意性はt検定により、\*\*\*は0.1%水準で、\*\*は1%水準で、\*は5%水準で有意差があること

NSは有意差がないことを示す

第3表 果実採取樹の土壌水分状態と果実の機能性成分含量および抗酸化能<sup>a</sup>

	有機酸( $\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{FW}$ )			糖( $\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{FW}$ )		$\beta$ -カロテン ( $\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{FW}$ )	ポリフェノール ( $\text{mgCE} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{FW}$ ) <sup>x</sup>	抗酸化能 ( $\mu\text{molTE} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{FW}$ ) <sup>x</sup>
	クエン酸	リンゴ酸	総量	ソルビトール	全糖 <sup>y</sup>			
乾燥処理	5.30	1.72	7.01	0.23	1.76	0.15	68	338
適湿処理	4.73	1.69	6.42	0.17	1.55	0.15	59	311
有意性 <sup>w</sup>	**	NS	***	NS	NS	NS	*	*

<sup>a</sup>青果収穫終期(2009年6月18日)に3樹より平均的な大きさの果実を各樹10果採取し、樹ごとに調査(n=3)

<sup>y</sup>全糖はソルビトール、スクロース、グルコースおよびフルクトースの合計

<sup>x</sup>CEはクロロゲン酸相当量、TEは $\alpha$ -トコフェロール相当量を示す

<sup>w</sup>有意性はt検定により、\*\*\*は0.1%水準で、\*\*は1%水準で、\*は5%水準で有意差があること、NSは有意差がないことを示す

第4表 原料果実採取樹の土壤水分状態と梅酒の品質および機能性成分含量<sup>z</sup>

	梅酒作出量 (mL) <sup>y</sup>	褐色度 (450 nm吸光度)	有機酸				ポリフェノール (mgCE・100 mL <sup>-1</sup> ) <sup>x</sup>	抗酸化能 ( $\mu$ molTE・100 mL <sup>-1</sup> ) <sup>x</sup>	プルナシン (mg・100 mL <sup>-1</sup> )
			クエン酸 (g・100 mL <sup>-1</sup> )	リンゴ酸 (g・100 mL <sup>-1</sup> )	シュウ酸 (mg・100 mL <sup>-1</sup> )	ソルビトール (mg・100 mL <sup>-1</sup> )			
乾燥処理	2732	0.19	1.08	0.31	4.77	70	59	90	1.56
適湿処理	2703	0.21	1.01	0.33	4.40	75	56	89	1.26
有意性 <sup>y</sup>	NS	NS	***	NS	*	NS	NS	NS	**

<sup>z</sup>青果収穫終期（2009年6月18日）に3樹より平均的な大きさの果実を各樹10果採取し、樹ごとに梅酒に加工して調査（n = 3）

<sup>y</sup>原料果実1 kg当たり

<sup>x</sup>CEはクロロゲン酸相当量，TEは $\alpha$ -トコフェロール相当量を示す

<sup>y</sup>有意性はt検定により，\*\*\*は0.1%水準で，\*\*は1%水準で有意差があること，\*は5%水準で有意差があること，NSは有意差がないことを示す

第5表 原料果実採取樹の土壤水分状態と梅酒の香り成分<sup>z</sup>

	$\gamma$ -デカラクトン ( $\mu$ g・L <sup>-1</sup> )		$\delta$ -デカラクトン ( $\mu$ g・L <sup>-1</sup> )		酢酸エチル ( $\mu$ g・L <sup>-1</sup> )		酢酸ブチル ( $\mu$ g・L <sup>-1</sup> )		安息香酸エチル ( $\mu$ g・L <sup>-1</sup> )	
	追熟0日	追熟4日	追熟0日	追熟4日	追熟0日	追熟4日	追熟0日	追熟4日	追熟0日	追熟4日
	乾燥処理	51	813	12	34	53	216	10	72	81
適湿処理	17	650	3	24	18	190	11	73	76	145
有意性 <sup>y</sup>	NS	*	*	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS

<sup>z</sup>青果収穫終期（2009年6月18日）に3樹より平均的な大きさの果実を各樹10果採取し、樹ごとに梅酒に加工して調査（n = 3）

<sup>y</sup>有意性はt検定により，\*は5%水準で有意差があること，NSは有意差がないことを示す

第6表 果実採取樹の着果量の多少と果実形質<sup>z</sup>

	発育枝本数 (本・m <sup>-2</sup> ) <sup>y</sup>	収量 (kg・m <sup>-2</sup> ) <sup>y</sup>	果実重 (g)	果実硬度 (kg)	果皮色		
					L <sup>*</sup> 値	b <sup>*</sup> 値	H <sup>*</sup> 値
着果多	0.1	5.4	22	0.76	37.4	37.4	102.2
着果少	1.7	4.0	29	0.95	34.5	34.5	104.0
有意性 <sup>x</sup>	***	NS	***	**	***	***	**

<sup>z</sup>青果収穫終期（2009年6月18日）に3樹より平均的な大きさの

果実を各樹10果採取（着果多はn = 30，着果少はn = 40）

<sup>y</sup>発育枝本数は2008年12月に50cm以上の枝を，収量は完熟落下果実を

調査し，ともに樹冠専有面積当たりで表示

<sup>x</sup>有意性はt検定により，\*\*\*は0.1%水準で，\*\*は1%水準で

有意差があること，NSは有意差がないことを示す

第7表 果実採取樹の着果量の多少と果実の機能性成分含量および抗酸化能<sup>2</sup>

	有機酸(g・100 g <sup>-1</sup> FW)		糖(g・100 g <sup>-1</sup> FW)		β-カロテン (mg・100 g <sup>-1</sup> FW)	ポリフェノール (mgCE・100 g <sup>-1</sup> FW) <sup>x</sup>	抗酸化能 (μmolTE・100 g <sup>-1</sup> FW) <sup>x</sup>
	クエン酸	リンゴ酸	ソルビトール	全糖 <sup>y</sup>			
着果多	4.72	1.48	0.26	1.58	0.17	74	321
着果少	4.69	1.75	0.23	1.35	0.14	75	371
有意性 <sup>w</sup>	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS

<sup>2</sup>青果収穫終期（2009年6月18日）に3樹より平均的な大きさの果実を各樹10果採取し、樹ごとに調査（着果多はn=3，着果少はn=4）

<sup>y</sup>全糖はソルビトール，スクロース，グルコースおよびフルクトースの合計

<sup>x</sup>CEはクロロゲン酸相当量，TEはα-トコフェロール相当量を示す

<sup>w</sup>有意性はt検定により，\*は5%水準で有意差があること，NSは有意差がないことを示す

第8表 原料果実採取樹の着果状態と梅酒の品質および機能性成分含量<sup>2</sup>

	梅酒作出量 (mL) <sup>y</sup>	褐色度 (450 nm吸光度)	有機酸			ソルビトール (mg・100 mL <sup>-1</sup> )	ポリフェノール (mgCE・100 mL <sup>-1</sup> ) <sup>x</sup>	抗酸化能 (μmolTE・100 mL <sup>-1</sup> ) <sup>x</sup>	ブルナシン (mg・100 mL <sup>-1</sup> )
			クエン酸 (g・100 mL <sup>-1</sup> )	リンゴ酸 (g・100 mL <sup>-1</sup> )	シュウ酸 (mg・100 mL <sup>-1</sup> )				
着果多	2724	0.20	0.95	0.27	4.89	81	61	95	1.68
着果少	2738	0.17	0.97	0.33	4.40	83	61	99	1.69
有意性 <sup>w</sup>	NS	***	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS

<sup>2</sup>青果収穫終期（2009年6月18日）に3樹より平均的な大きさの果実を各樹10果採取し，樹ごとに梅酒に加工して調査（着果多はn=3，着果少はn=4）

<sup>y</sup>原料果実1 kg当たり

<sup>x</sup>CEはクロロゲン酸相当量，TEはα-トコフェロール相当量を示す

<sup>w</sup>有意性はt検定により，\*\*\*は0.1%水準で，\*は5%水準で有意差があること，NSは有意差がないことを示す

第9表 原料果実採取樹の着果状態と梅酒の香気成分<sup>2</sup>

	γ-デカラクトン	δ-デカラクトン	酪酸エチル	酢酸ブチル	安息香酸エチル
	(μg・L <sup>-1</sup> )	(μg・L <sup>-1</sup> )	(μg・L <sup>-1</sup> )	(μg・L <sup>-1</sup> )	(μg・L <sup>-1</sup> )
着果多	731	54	115	38	208
着果少	681	53	154	52	186
有意性 <sup>y</sup>	*	NS	*	*	NS

<sup>2</sup>青果収穫終期（2009年6月18日）に3樹より平均的な大きさの果実を各樹10果採取し，4日追熟後に樹ごとに梅酒に加工して調査（着果多はn=3，着果少はn=4）

<sup>y</sup>有意性はt検定により，\*は5%水準で有意差があること，NSは有意差がないことを示す

梅酒品質について、乾燥処理区は適湿処理区に比べて、クエン酸、シュウ酸およびプルナシン含量が多かった（第4表）。梅酒作出量、褐色度、リンゴ酸含量、ソルビトール含量、ポリフェノール含量および抗酸化能は両区に差はみられなかった。梅酒の香り成分について、乾燥処理区は4日追熟して加工した場合の $\gamma$ -デカラクトン、追熟せずに加工した場合と4日追熟して加工した場合の $\delta$ -デカラクトン含量が適湿処理区よりも多かった（第5表）。酪酸エチル、酢酸ブチルおよび安息香酸エチル含量は両区に差がみられなかった。

## 試験2. 着果量の違いと果実品質

着果多区は着果少区に比べて落葉期の樹冠専占面積当たりの発育枝本数が少なく、収量は両区に差がなかった（第6表）。着果多区は着果少区に比べて果実重、果実硬度および果皮色 $H^*$ 値が小さく、果皮色 $L^*$ 値および $b^*$ 値が大きかった。果実の機能性成分について、着果多区は着果少区に比べてリンゴ酸含量が少なかったが、クエン酸、ソルビトール、全糖、 $\beta$ -カロテンおよびポリフェノール含量並びに抗酸化能に差はみられなかった（第7表）。梅酒品質について、着果多区は着果少区より褐色度が大きくリンゴ酸含量が少なかった（第8表）。梅酒作出量、クエン酸、シュウ酸、ソルビトールおよびポリフェノール含量並びに抗酸化能は両区に差がみられなかった。香り成分について、着果多区は着果少区に比べて $\gamma$ -デカラクトン含量が多く、酪酸エチルおよび酢酸ブチル含量が少なかった（第9表）。 $\delta$ -デカラクトンおよび安息香酸エチル含量は両区に差がみられなかった。

## 考 察

これまでに筆者らは、ウメ果実に豊富な機能性成分である有機酸、ソルビトール、カロテノイド、ポリフェノールおよび抗酸化能に着目し、熟度管理、光環境の改善および加工方法の面からこれらをもつた方法を検討してきた（大江ら、2006、2007、2008、2009、2012a、2012c；Oeら、2012）。一方、土壌条件や結実条件の違いが樹体生育に影響を及ぼすことは多くの報告でみられるが、ウメ果実の機能性成分や加工品品質に及ぼす影響についての報告はほとんどみられない。そこで本試験では、樹体への乾燥ストレスおよび着果負担が果実および梅酒の機能性成分および食味成分に及ぼす影響について検討した。

ウメは色つやや毛じの抜け具合などの外観で収穫期が決められており、本試験で、熟度指標となる果実硬度や果皮色から判断して、樹体への乾燥ストレスは熟度進行を早めると考えられた。乾燥ストレスにより熟期が遅延するとのモモでの報告（久保田・工藤、1992）とは異なるが、これは熟期を判断する指標の違いによると考えられた。

乾燥ストレスを与えた樹の果実は適湿で管理した樹の果実に比べて果肉（果皮を含む）のクエン酸含量が多く、梅酒に加工した場合にもそのことが反映されていた。有機酸では成熟に伴い果肉のクエン酸含量が増加し、リンゴ酸含量が減少することが知られている（稲葉・中村、1981；垣内ら、1985；大江ら、2006）。前述のとおり乾燥ストレスを与えた果実は適湿で管理した果実に比べて熟度が進んでいると考えられることから、成熟に伴い増加傾向を示すクエン酸含量が多く推移するのは当然といえる。ところが、成熟に伴い減少傾向を示すリンゴ酸含量はストレスの有無に関わらず同等であり、乾燥ストレス樹の果実で有機酸総量が多かった。よって、乾燥ストレスにより果実の有機酸含量は高まると考えられる。モモでは乾燥ストレスにより糖含量が高まるが（久保田・工藤、1992）、ウメでは有機酸にまで代謝されて蓄積されるものと判断される。

果肉のポリフェノール含量および抗酸化能は成熟に伴い減少傾向を示すが（石川ら，1999；大江ら，2006），乾燥ストレスをかけた場合，適湿で管理した場合に比べて果肉のポリフェノール含量および抗酸化能が大きいことから，乾燥ストレスによりこれらは高まると考えられる．なお，筆者らは40日間，反射マルチを敷設しても有機酸およびポリフェノール含量が増えないことを確認していることから（Oeら，2012），透湿マルチを敷設したことで，反射光が増加して果実への受光量が増加したことが有機酸およびポリフェノール含量を増加させたとは考えにくい．

一方，梅酒中のポリフェノール含量および抗酸化能は果肉の違いが反映されていない．ウメ果実中のポリフェノールは核に多く存在し（三谷・矢野，2006），梅酒の抗酸化成分の多くは種子に起因する（赤木ら，2002；大江ら，2006）ことが報告されていることから，核中のポリフェノールは水分ストレスにより増えないものと判断される．

食味成分について，シュウ酸や青酸配糖体の一種であるプルナシンは梅酒の苦みに関与し，より未熟な果実を用いた梅酒で含量が多いことが報告されており（Kanekoら，1998；大竹・田中，1990），筆者らも既報（大江ら，2012b）において，同様の結果を確認している．本試験において，乾燥ストレスにより熟度が進むにも関わらず，梅酒のシュウ酸およびプルナシン含量が多いことから，乾燥ストレスは梅酒の苦みを増加させるものと判断される．

香り成分について，既報（大江ら，2012b）で，芳香成分の一部が $\gamma$ -デカラクトン，酪酸エチルおよび酢酸ブチルであると判断し，黄熟した果実や追熟した果実を原料とした梅酒でこれら芳香成分が増加することを明らかにした．乾燥ストレスをかけた樹体の果実の梅酒は $\gamma$ -デカラクトンおよび $\delta$ -デカラクトンが適湿で管理した果実の梅酒に比べて多い傾向であることから，乾燥ストレスによりこれらは高まると考えられる．ただし，熟度進行により増加する成分であるので，今後，詳細な検討が必要である．

次に，着果負担について，Awadら（2001）はリンゴにおいて，着果量が少ないと可溶性固形物，酸，果実硬度が大きく，フラボノイドやクロロゲン酸には着果量による差がないと報告している．しかし，本試験のウメでの結果はリンゴとは異なった．着果量が多いと乾燥ストレスと同様に果実が小さくなるとともに，果実硬度や果皮色から判断して熟度進行が早まると考えられたが，乾燥ストレスと異なり，果実の機能性成分含量や梅酒の品質にはほとんど影響しなかった．ただし，熟度が進んだことについては，弱せん定により樹発育枝がほとんど発生しなかったことで，果実への日射が増加したことが要因とも考えられた．

香氣成分については，着果負担は梅酒（4日追熟して加工）の $\gamma$ -デカラクトン含量を増加させ，酪酸エチルおよび酢酸ブチル含量を減少させた．よって，着果量は香氣成分の組成に影響する可能性が示されたが1園地での調査であるため，今後詳細な検討が必要である．

以上のように，乾燥ストレスや着果負担は果実の肥大を抑制する反面，成熟を進めること，水分ストレスは果実および加工した梅酒の機能性成分およびデカラクトン含量を増加させる反面，梅酒の苦み成分を増加させることがわかり，水分ストレスや着果ストレスはウメ果実やその加工品の品質に影響することが明らかとなった．

## 摘 要

1. 樹体への乾燥ストレスは，熟度指標となる果実硬度や果皮色から判断して，熟度進行を早めた．
2. 乾燥ストレスは果肉（果皮を含む）の有機酸含量を高め，梅酒に加工した場合にもそのことが

反映された。

3. 乾燥ストレスは果肉のポリフェノール含量および抗酸化能を高めるが、このことは梅酒には反映されなかった。
4. 水分ストレスは梅酒の苦み成分を増加させる反面、ラクトン類を増加させた。
5. 弱せん定による着果負担は果実の機能性成分含量や梅酒の品質にはほとんど影響しなかった。

## 引用文献

- 赤木知裕・長谷川豪宏・金銅俊二・尾崎嘉彦・中内道世・谷口久次. 2002. 梅酒における抗酸化性の評価. 食科工誌講演集. 49: 58.
- 蟻川トモ子・大島さゆり・高垣仁志. 1997. 梅酒の香気成分と貯蔵による変化. 家政誌. 48: 295-301.
- Awad, M. A., A. De Jager, M. Dekker and W. M. F. Jongen. 2001. Formation of flavonoids and chlorogenic acid in apples as affected by crop load. *Scientia Hort.* 91: 227-237.
- Hata, N., K. Murakami, Y. Yoshida, M. Masuda, A. Tanaka, N. Shikazono and Y. Hase. 2006. Mutagenesis in gynomonocious spinach (*Spinacia oleracea* L.) plants and selection of low oxalate variants. *Sci. Reports Faculty Agric. Okayama Univ.* 95: 21-28.
- 稲葉昭次・中村怜之輔. 1981. ウメ果実の樹上及び収穫後の成熟. 園学雑. 49: 601-607.
- 石川(高野)祐子・山口正己・朝倉利員・村松 昇・田中敬一・土師 岳. 1999. 果実類における酸化活性の評価. 第2報. ウメ果実の生育に伴うポリフェノール含量とラジカル消去能の変化. 園学雑. 68(別2): 169.
- 伊藤三郎. 1991. 果実の栄養・食品科学. 果実の食品特性. p. 60-65. 伊藤三郎編. 果実の化学. 朝倉書店. 東京.
- 垣内典夫・石川和子・森口早苗・京谷英寿・吉田雅夫. 1985. ウメ果実の有機酸と遊離アミノ酸の熟度及び品種別変化. 食科工誌. 32: 669-676.
- Kaneko, K., C. Otaguro, N. Yoshida, M. Utada, K. Tsuji, S. Kikuchi and H. Cha. 1998. Influence of the maturity of the fruit material on various components and taste of ume liquor. *Food Sci. Technol. Int. Tokyo.* 4: 59-65.
- 木村恵子・岩田伊平. 1990. 梅酒の風味に関する研究. 日本女子大紀要. 37: 31-38.
- 小林弘憲・富永敬俊・勝野泰朗・安蔵光弘・味村興成・斉藤 浩・鈴木由美子・デュブルデュエ ュニ・金野知典. 2007. 甲州ワインのβ-ダマセノン生成促進のための果汁調整条件の影響と実用規模醸造への応用. *J. ASEV Jpn.* 18:22-27.
- 金銅俊二・赤木知裕. 2007. 梅酒の機能性. 醸造物の機能性. 48-54.
- 久保田尚浩・工藤正吾. 1992. モモ果実の渋味とポリフェノール含量に及ぼす土壌乾燥の影響. 園学雑. 61:31-37.
- 三谷隆彦. 2010. 梅酢ポリフェノールの開発とその利用. 食品と開発. 45: 81-83.
- 三谷隆彦・矢野史子. 2006. ウメとプラム. 近畿大先端技総研紀要. 11: 1-13.
- Naor, A., R. Stern, M. Peres, Y. Greenblat, Y. Gal and M. A. Flaishman. 2005. Timing and severity of postharvest water stress affect following-year productivity and fruit quality of field-grown 'Snow Queen' nectarine. *J. Amer. Soc Hort. Sci.* 130: 806-812.
- 大江孝明・桑原あき・根来圭一・山田知史・菅井晴雄. 2006. ウメ‘南高’果実の開花時期, 採取時期



- と果実成分の関係およびそれらを原料として製造した梅酒品質への影響. 園学研. 5: 141-148.
- 大江孝明・桑原あき・根来圭一・山田知史・菅井晴雄. 2007. ウメ‘南高’における梅酒用果実の熟度指標に関する研究. 園学研. 6: 77-83.
- 大江孝明・根来圭一・岡室美絵子・土田靖久・細平正人. 2009. 加工方法の違いが梅酒およびウメ糖抽出液の品質に及ぼす影響. 近畿中国四国農研. 14: 118-122.
- 大江孝明・岡室美絵子・根来圭一・土田靖久・細平正人. 2008. 異なる熟度で収穫したウメ‘南高’果実の追熟期間が果実および梅酒の品質に及ぼす影響. 園学研. 7: 299-303.
- Oe, T., N. Sakurai, K. Negoro, A. Kuwabara, M. Okamuro and M. Hosohira. 2012. Relationships between surface blushing and qualitative components of Japanese apricot (*Prunus mume* Sieb. et Zucc.) 'Nanko' fruit. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 81: 11-18
- 大江孝明・櫻井直樹・岡室美絵子・根来圭一・土田靖久・中西 慶・細平正人. 2012a. 着果位置の違いがウメ‘南高’果実の熟度進行および品質成分に及ぼす影響. 園学研. 11: 235-240.
- 大江孝明・櫻井直樹・山崎哲弘・奥井弥生・石原紀恵・岡室美絵子・細平正人. 2012b. ウメ‘南高’果実の追熟条件が梅酒の香气成分および苦み成分に及ぼす影響. 園学研. 11: 273-279.
- 大江孝明・櫻井直樹・山崎哲弘・奥井弥生・石原紀恵・岡室美絵子・中西 慶・土田靖久・細平正人. 2012c. ウメ‘南高’果実の着果位置の違いが梅酒加工品の品質に及ぼす影響. 園学研. 11: 371-378.
- 大江孝明・櫻井直樹・山崎哲弘・奥井弥生・石原紀恵・岡室美絵子・細平正人. 2012d. 高い芳香成分を有する梅酒製造のためのウメ‘南高’果実の熟度指標. 園学研. 11: 515-521.
- 大竹良知・田中喜久. 1990. ウメ果実の発育・追熟中の有機酸含量の変化と収穫適期判定. 愛知農総試研報. 22: 275-284.
- 尾崎嘉彦. 2004. 近畿の地域特産物. 和歌山県. ウメ. p. 245-250. 地域特産物の生理機能・活用便覧. サイエンスフォーラム. 東京.
- 尾崎嘉彦. 2008. ウメの加工と機能性研究. 日食保蔵誌. 34: 283-290.
- 三枝里美・樋川芳人・乙黒親男. 1986. ウメ加工品の品質改良に関する研究. 山梨食工指報. 18: 14-21.
- Sriwilaijaroen, N., A. Kadowaki, Y. Onishi, N. Gato, M. Ujike, T. Odagiri, M. Tashiro and Y. Suzuki. 2011. Mumefural and related HMF derivatives from Japanese apricot fruit juice concentrate show multiple inhibitory effects on pandemic influenza A (H1N1) virus. Food Chem. 127: 1-9.
- 玉置ミヨ子・堀野成代・江幡淳子. 2002. 梅酒及び漬け梅果肉の抗変異原性. 相愛女子短大研究論集. 49: 97-110.
- 田中敬一. 2002. 貯蔵・出荷, 加工. 果実摂取の意義と健康機能性. 日本人の健康と落果実摂取の意義. 果物の成分と疾患予防. p. 143-148. 農業技術体系果樹編 8 共通技術. 農文協. 東京
- 田中敬一. 2003. ポリフェノール. 果物でいきいき健康. p. 84. 間苧谷 徹・田中敬一著. 果物のはたらき. 日園連. 東京.
- 寺田久屋・山本勝彦. 1992. 高速液体クロマトグラフィーによる梅加工食品中のシアン配糖体, ベンズアルデヒド及び安息香酸の同時定量法の検討. 食衛誌. 33: 183-188.
- 戸田吉紀・高野晃一. 2006. 生理的特性. ソルビトール. p. 14-22. 早川幸男編著. 糖アルコールの新知識. 食品化学新聞社. 東京.
- 時友裕紀子・武川智子・遠藤有美. 2005. 小ウメ果実のフレーバー. 日食工誌. 52: 330-336.
- 富田教代. 2003. 梅酒摂取が健常人の便通に及ぼす影響. New Food Industry. 45: 18-23.

- 富田教代. 2006. 梅酒の摂取が健常人の血液と腸内菌叢に及ぼす影響. *New Food Industry*. 48: 21-26.
- Tsuchida, Y., K. Negoro and M. Hishiike. 2011. Effect of initiation timing of drought stress on carbohydrate content and vegetative growth in Japanese apricot (*Prunus mume*) 'Nanko'. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 80: 19-25.
- 土田靖久・薬師寺 博・根来圭一・菱池政志. 2011. ウメ'南高'果実および新梢の同化養分競合特性と着果負担が同化養分の転流と樹体生育に及ぼす影響. *園学研*. 10: 551-558.
- Yingsakmongkon, S., D. Miyamoto, N. Sriwilaijaroen, K. Fujita, K. Matsumoto, W. Jampangern, H. Hiramatsu, C. T. Gou, T. Sawada, T. Takahashi, K. Hidari, T. Suzuki, M. Ito, Y. Ito and Y. Suzuki. 2008. *In vitro* inhibition of human influenza A virus infection by fruit-juice concentrate of Japanese plum (*Prunus mume* Sieb.et Zucc.). *Biol. Pharm. Bull.* 31: 511-515.
- 吉川賢太郎・岩崎はるみ・久保美帆・福本紘一・島田豊治・撫井賀代. 2008. 健康人の梅酒飲用一年間とその後6ヵ月の血圧と血清脂質の変化. *近畿大農学部紀要*. 41: 27-34.
- 吉川賢太郎・撫井賀代・福本紘一・島田豊治. 2004. 6ヵ月間の梅酒飲用による健康人の血中脂質と血圧に及ぼす効果の予備的研究. *栄養学雑誌*. 62: 161-164.