

ウメ ‘南高’ における栽培土壌の違いが梅酒の香気, 苦みおよび機能性成分に及ぼす影響

大江孝明¹・岡室美絵子・土田靖久・山崎哲弘^{2,3}・奥井弥生³・石原紀恵²・城村徳明⁴

和歌山県果樹試験場うめ研究所

Influence of the Difference of Planting Soils on Aroma, Bitter and Functional Components of Processed Ume Liqueur in Japanese Apricot (*Prunus mume* Sieb.et Zucc.) 'Nanko'

Takaaki Oe¹, Mieko Okamuro, Yasuhisa Tsuchida, Tetsuhiro Yamasaki^{2,3}, Yayoi Okui³, Norie Ishihara² and Noriaki Jomura⁴

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

緒 言

和歌山県のウメの主力品種である‘南高’は、成熟後期にフルーティーな香りを放ち、このような果実を梅酒原料として用いると、モモ様のフルーティーな香りをもつ梅酒に仕上がるということが知られている。しかし、‘南高’を用いた梅酒の香気成分については報告があまりみられないことから、筆者らは既報（大江ら、2012a）において、‘南高’を原料とした梅酒に特徴的な香気成分を調査した。その結果、芳香成分の一部が、 γ -デカラクトン（モモ様）、 δ -デカラクトン（モモ様）、酪酸エチル（パイナップル様）および酢酸ブチル（リンゴ様）であり、青っぽい香りが安息香酸エチル（シバ様）であることを明らかにした。また、梅酒の苦み成分として報告されているプルナシン（Kaneko ら、1998）およびシュウ酸（大竹・田中、1990）ならびにいくつかの香気成分と梅酒原料果実の熟度との関係についても調査し、これら成分が原料果実の収穫時期や追熟条件により大きく変わることを報告した（大江ら、2012a, 2012c, 2014）。リンゴでは栽培要因が芳香成分量に影響することが報告されていることから（Mattheis ら、1991）、梅酒についても圃地条件などの栽培要因により香気成分量に違いが生じることが予想される。

一方、ウメは古くから健康食品として利用されており、近年、ウメの機能性に対する科学的アプローチが盛んとなっている（金銅・赤木、2007；三谷、2010；Mitani ら、2013；三谷・矢野、2006；Tamura ら、2013）。また、梅酒においても機能性が明らかにされてきている（玉置ら、2002；富田、2006；吉川ら、2008）。消費者の健康意識の高まりとともに、果実やその加工品のもつ機能性が注目されていることから、ウメの機能性が高まる要因を明らかにすることは、健康食品としての価値をより増大させるために必要である。そこで筆者らは、有機酸、ソルビトール、 β -カロテン、ポリフェノールの機能性成分含量や抗酸化能に着目し、果実の着果条件、熟度および土壌水分条件の違いによりこれらの梅酒中の含量が異なることを明らかにしてきた（大江ら、2006, 2007, 2012c,

¹現在：果樹園芸課

²：キリンビール株式会社

³：メルシャン株式会社

⁴現在：経営支援課

2013) . よって、梅酒の機能性成分についても園地条件により違いが生じることが予想される。

和歌山県のウメ園は、海岸沿いから山間部にかけて分布し、山なりに造成した傾斜地園が多い。また近年、このような傾斜地園に加え、山を削って大規模に造成した新規造成園や水田転換園が増加している。このため、ウメ園土壌は、岩屑土（新規造成園）、灰色低地土（水田転換園）、黄色土（沿岸部山地園）および褐色森林土（山間部山地園）と特性が大きく異なる。岡室ら（2010）は、これら4種類の土壌をライシメータに充てんしてウメ樹を植栽し、養水分の溶脱特性、土壌理化学性の変化および樹体生育が土壌型により異なることを報告している。

そこで、本試験では梅酒品質の安定化を図る一環として、土壌型の違いが梅酒の香気、苦みおよび機能性成分に及ぼす影響について調査した。

材料および方法

1. 栽培土壌の違いが梅酒の品質成分に及ぼす影響（試験1）

岡室ら（2010, 2013）と同じ、和歌山県うめ研究所にある硬質フィルムを被覆した温室内に設置した縦370 cm、横370 cm、深さ60 cmのコンクリート製ライシメータを用いた。12基のライシメータに、県内のウメ産地から採取した、岩屑土、灰色低地土、黄色土および褐色森林土の4種類の土壌を各3反復で充てんした。土壌pHを6前後となるように苦土石灰を施用し、2004年3月に‘南高’2年生苗木を各枠の中央に植栽した。

灌水は、ウメ樹の幹から1 m、深さ20 cm地点（灰色低地土は湿害が出やすいため2006年5月以降30 cm）の土壌pFをテンションメータ（DM-8M、竹村電機製作所）で測定し、pF 2.7以上となった時点で20 mm（岩屑土は最大容水量が少ないため2006年4月以降15 mmに変更）相当量を、灌水用パイプに取り付けた散水ノズルから地表面散水した。

施肥について、窒素、リン酸およびカリの施肥は緩効性化成肥料（N : P₂O₅ : K₂O = 16 : 10 : 14）を用いた。2004～2006年は、窒素成分で1枠あたり年間100 gを6回等量に分けて16.7 gずつ表層施用した。2007および2008年は1枠当たり窒素成分で年間300 gを、2009年以降は年間500 gを、4月上旬15%、5月上旬15%、6月下旬40%、9月下旬30%に分けて施用した。また、苦土石灰（CaO53%、MgO14%）を2006年3月に1枠あたり500 g、2007年3月および2008年2月に褐色森林土、黄色土および灰色低地土の枠には1,000 g、れき率が高く保肥力の低い岩屑土の枠には500 g施用した。2009年2月には消石灰（CaO70%）を灰色低地土の枠には1,000 g、褐色森林土、黄色土および岩屑土の枠には500 g施用した。

2008～2010年（6～8年生）の完熟果落下開始期（着果量の20%程度落果した時期を見た目で判断）または完熟果落下盛期（着果量の5割程度が落下した時期）に完熟落下果実（以下、完熟果）を採取した。なお、完熟果は前日の18時以降に落果した果実を9時前後に採取した。また、2010年は各土壌とも1樹が伐採されたため、2樹で調査を行った。2008年は同じ土壌型のすべての樹が完熟果落下開始期に達した時点で、すべての樹から完熟果を採取（岩屑土は6月13日、黄色土および灰色低地土は6月18日、褐色森林土は6月20日）して供試した。2009年は各樹の完熟果落下開始期（6月8日～16日）に完熟果を採取して供試した。2010年は各樹の完熟果落下盛期（6月15日～28日）に、樹冠中央直下付近に落下した完熟果を採取して供試した。各年とも、平均的な大きさの果実を選果機で選別して調査用試料とした。

調査項目により測定した年は異なるが、供試した果実は既報（大江ら、2006）と同様に、果実の

熟度指標となる、果実重、果実硬度および果皮色（L*値およびb*値）を測定するとともに、各年とも果実1 kgあたり、氷砂糖0.8 kg、ホワイトリカー1.8 L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、梅酒製造量を測定するとともに、0.45 μmのフィルターを通し、苦み成分としてプルナシンおよびシュウ酸、香気成分としてγ-デカラクトン、δ-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測定した。また、機能性成分として、有機酸、ソルビトールおよびポリフェノール含量ならびに抗酸化能を測定した。測定方法は既報（大江ら、2006、2007、2012a）と同様に、果実硬度はレオメーター値を、プランジャー直径5 mm、侵入1 mmの定深度条件により測定した。プルナシン、シュウ酸、有機酸およびソルビトール含量はHPLC（LC-10Avp、島津製作所）で、香気成分はGC/MS（GC-2010、島津製作所）で測定した。ポリフェノール含量はフォーリンチオカルト法で、抗酸化能はフリーラジカル消去活性を1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl（DPPH）を用いた比色法で測定した。熟度指標となる項目は2009および2010年に、香気成分は各年ともに、機能性成分は2008および2009年に測定した。なお、2008年の香気成分の分析は各土壌ともに、3つの試料から等量ずつ採取および混合して1つの試料として行った。

2. 樹体の生育および果実の無機養分含量と梅酒の品質成分との関係（試験2）

試験1と同じ樹を用いて、2008～2010年に各土壌型に植栽されたウメ樹の樹冠占有面積当たりの収量を、2008および2009年に樹冠占有面積当たりの発育枝（50 cm以上の基部が木化した新梢）の発生本数および果肉（果皮を含む）の無機成分含量を測定した。また、これら項目と試験1で測定した品質成分との関係を調査した。発育枝発生本数は2008年11月14日および2009年11月16日に調査し、2009年の本数は2010年産の果実で調製した梅酒の香気成分との関係も調査した。樹冠占有面積は、東西方向および南北方向から見て、骨格枝（2年枝以上の枝）が存在する幅を測定し、長方形として求めた。収量については、2008年は一部を残して2回に分けて樹上から果実を収穫し、2009および2010年は樹冠外周部の果実を青果収穫したうえで、その後完熟落下した果実を毎日採取し、それらの重量を合計して求めた。果肉の無機成分含量は試験1で熟度指標を調査した果実から採取して80℃で通風乾燥した後、粉碎して分析した。Nについては有機元素分析装置（マイクロコーダーJM1000CN、ジェイ・サイエンス・ラボ）で測定し、P、K、CaおよびMgについては試料を乾式灰化（180℃で2時間、580℃で5時間）により分解し、Pはバナドモリブデン酸法で、K、CaおよびMgは原子吸光法で測定した。

結 果

1. 栽培土壌の違いが梅酒の品質成分に及ぼす影響（試験1）

果実重、果実硬度、果皮色L*値および果皮色b*値は各土壌間に差がなかった（第1表）。

果実1 kg当たりの梅酒製造量は、褐色森林土が他の土壌に比べて多い傾向であった（第2表）。苦み成分について、プルナシン含量は各土壌間に差がなかった。シュウ酸含量は、2008年の灰色低地土が他に比べて多い傾向であった。

香気成分について、2008年は灰色低地土で各芳香成分が最も多い値であった（第3表）。2009年の灰色低地土でγ-デカラクトン含量が岩屑土に比べて多く、酪酸エチル、酢酸ブチルおよび安息香酸エチルについては各土壌間に差がなかった。2010年は灰色低地土でγ-デカラクトンと酢酸ブチルが最も多い値であった。

第1表 土壌型と果実形質^z

	果実重		果実硬度		果皮色			
	(g)		(kg)		L*値		b*値	
	2009年	2010年	2009年	2010年	2009年	2010年	2009年	2010年
岩屑土	36.2 a ^y	33.5	0.31 a	0.25	61.8 a	60.1	42.6 a	39.6
灰色低地土	40.7 a	52.3	0.24 a	0.22	60.9 a	58.8	42.6 a	38.5
黄色土	37.3 a	41.4	0.26 a	0.25	61.6 a	59.3	43.0 a	40.0
褐色森林土	44.5 a	40.5	0.26 a	0.24	60.0 a	59.1	40.8 a	39.0

^z供試果実は選果機により各樹の平均的な大きさの果実を選別

^y2009年はTukeyの方法により、異符号間に5%水準で有意差あり (2009年n=3, 2010年n=2)

第2表 土壌型と梅酒の製造量および苦み成分

	梅酒		プルナシン		シュウ酸	
	製造量(mL) ^z		(mg・100 mL ⁻¹)		(mg・100 mL ⁻¹)	
	2008年	2009年	2008年	2009年	2008年	2009年
岩屑土	2,387 b ^y	2,687 ab	1.19 a	1.60 a	5.16 b	6.74 a
灰色低地土	2,420 b	2,726 a	1.06 a	1.36 a	5.94 a	7.13 a
黄色土	2,393 b	2,642 b	1.37 a	1.55 a	5.15 b	7.17 a
褐色森林土	2,490 a	2,722 a	1.11 a	1.43 a	5.41 b	6.91 a

^z梅酒製造量は果実1 kg当たり

^yTukeyの方法により、異符号間に5%水準で有意差あり (n=3)

有機酸について、クエン酸含量は褐色森林土が灰色低地土および黄色土に比べて低い傾向であった(第4表)。リンゴ酸含量は、灰色低地土が他に比べて多い傾向であった。有機酸総量(クエン酸およびリンゴ酸含量の総和)は、灰色低地土が他に比べて多く、褐色森林土が他に比べて少ない傾向であった。

ソルビトール含量は、2008年の灰色低地土が他に比べて多い傾向であった(第5表)。ポリフェノール含量は各区間に差がなかった。抗酸化能は、2008年の黄色土が褐色森林土に比べて高かった。

2. 樹体の生育および果実の無機養分含量と梅酒の品質成分との関係(試験2)

単位面積当たりの発育枝発生本数は、灰色低地土および褐色森林土が岩屑土および黄色土に比べて多い傾向であった(第6表)。単位面積当たりの収量は各区間に差がなかった。

果肉中無機成分について、N含量は岩屑土が灰色低地土および褐色森林土よりも少ない傾向であった。K含量は2008年の灰色低地土が岩屑土および黄色土に比べて多かった。Mg含量は2008年の褐色森林土が黄色土に比べて多かった。PおよびCa含量は各区間に差がなかった。

2009年11月の単位面積当たりの発育枝発生本数は、2009および2010年産の完熟果で調製した梅酒の γ -デカラクトンおよび芳香成分4種総量との間に強い正の相関関係が認められた(第7表)。単位面積当たりの収量および果肉中無機成分含量は各香り成分との間に強い関係性が認められなかった。

2009年11月の単位面積当たりの発育枝発生本数をx、完熟果で調製した梅酒の芳香成分4種総量をyとすると、2009年は $y = -16.01x^2 + 360.4x - 501.9$ ($R^2 = 0.636$)の関係式が得られた(第1図)。

第3表 土壌型と梅酒の香気成分

	芳香成分 ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)						安息香酸エチル ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)											
	γ -デカラクトン			δ -デカラクトン			酢酸ブチル											
	2008年	2009年	2010年	2008年	2009年	2010年	2008年	2009年	2010年	2008年	2009年	2010年						
岩屑土	286	509 b	406	42	115 a	126	169	225 a	305	59	67 a	28	555	916 a	865	227	111 a	175
灰色低地土	474	830 a	498	71	201 a	124	355	382 a	341	195	158 a	93	1,095	1,571 a	1,055	175	115 a	150
黄色土	398	709 ab	454	64	136 a	129	225	335 a	400	114	63 a	59	801	1,243 a	1,042	236	144 a	148
褐色森林土	324	785 ab	470	54	165 a	140	139	307 a	370	116	116 a	61	634	1,372 a	1,042	193	129 a	150

^z4種総量は γ -デカラクトン、 δ -デカラクトン、酢酸エチルおよび酢酸ブチルの総和

^y2009年はTukeyの方法により、異符号間に5%水準で有意差あり (2008年n = 1, 2009年n = 3, 2010年n = 2)

第4表 土壌型と梅酒の有機酸含量

	有機酸 ($\text{g}\cdot 100\text{mL}^{-1}$)							
	クエン酸			リンゴ酸				
	2008年	2009年	2010年	2008年	2009年	2010年		
岩屑土	1.06 b	1.11 a	1.12 a	0.16 ab	0.13 ab	0.14 a	1.21 b	1.25 a
灰色低地土	1.14 a	1.12 a	1.11 a	0.21 a	0.14 a	0.09 b	1.35 a	1.26 a
黄色土	1.09 ab	1.11 a	1.09 a	0.14 b	0.12 ab	0.12 ab	1.23 b	1.21 a
褐色森林土	1.04 b	1.09 a	1.04 b	0.15 b	0.12 ab	0.12 ab	1.19 b	1.21 a

^z総量はクエン酸とリンゴ酸の総和

^yTukeyの方法により、異符号間に5%水準で有意差あり (n = 3)

第5表 土壌型と梅酒のソルビトール、ポリフェノール含量および抗酸化能

	ソルビトール ($\text{mg}\cdot 100\text{mL}^{-1}$)		ポリフェノール ^z ($\text{mgCE}\cdot 100\text{mL}^{-1}$)		抗酸化能 ^z ($\mu\text{mol TE}\cdot 100\text{mL}^{-1}$)	
	ポリフェノール含量および抗酸化能		ソルビトール		ポリフェノール ^z	
	2008年	2009年	2008年	2009年	2008年	2009年
岩屑土	16 b	37 a	52 a	58 a	149 ab	93 a
灰色低地土	39 a	32 a	55 a	58 a	159 ab	92 a
黄色土	18 b	26 a	56 a	55 a	160 a	88 a
褐色森林土	15 b	29 a	51 a	55 a	139 b	89 a

^z抗酸化能はDPPHラジカル消去能で、

CEはクロロゲン酸相当量を、TEは α -トロコフェロール相当量を示す

^yTukeyの方法により、異符号間に5%水準で有意差あり (n = 3)

第6表 土壌型と発育枝発生本数、収量および果肉中無機成分含量

	果肉中無機成分(%) ^z																				
	発育枝発生			収量			N			P			K			Ca			Mg		
	本数(本・m ⁻²) ^y	2008年	2009年	2010年	2008年	2009年	2010年	2008年	2009年	2008年	2009年	2008年	2009年	2008年	2009年	2008年	2009年	2008年	2009年	2008年	2009年
岩屑土	1.8 c ^x	4.8 b	0.58 a	0.84 a	1.39	1.32 b ^y	0.68 b	0.16 a	0.26 a	1.85 b	1.32 a	0.065 a	0.065 a	0.074 ab	0.059 a						
灰色低地土	5.1 a	13.0 a	0.46 a	0.54 a	0.81	1.63 ab	1.01 a	0.18 a	0.28 a	2.26 a	1.35 a	0.075 a	0.071 a	0.077 ab	0.064 a						
黄色土	2.3 bc	7.5 b	0.75 a	0.92 a	1.38	1.41 ab	0.84 ab	0.15 a	0.26 a	1.87 b	1.28 a	0.065 a	0.063 a	0.071 b	0.059 a						
褐色森林土	3.8 ab	11.1 a	0.40 a	0.99 a	1.06	1.78 a	0.98 ab	0.17 a	0.29 a	2.12 ab	1.32 a	0.089 a	0.065 a	0.083 a	0.062 a						

^z果肉は果皮を含む

^y発育枝は基部が木化した50 cm以上の新梢

^x2008および2009年はTukeyの方法により、異符号間に5%水準で有意差あり (2008および2009年n=3, 2010年n=2)

第7表 樹体の生育および無機成分含量と梅酒の香气成分含量との相関係数

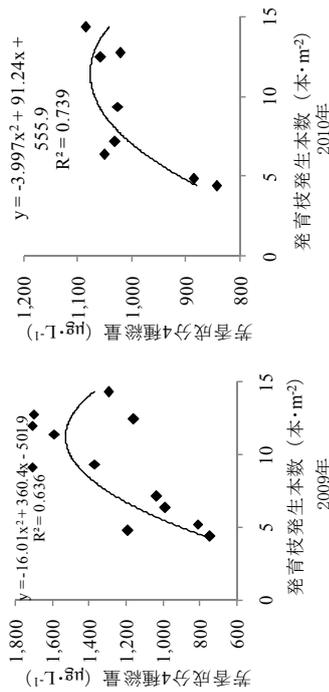
採取年	果実 γ-デカラクトン (μg・L ⁻¹)		δ-デカラクトン (μg・L ⁻¹)		酢酸ブチル (μg・L ⁻¹)		4種芳香成分 ^z 総量(μg・L ⁻¹)		安息香酸エチル (μg・L ⁻¹)	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010
発育枝発生本数 (本・m ⁻²) ^y	0.744 ** ^x	0.827 *	0.622 *	-0.013	0.61 *	0.228	0.488	0.657	0.749 *	0
収量 (kg・m ⁻²)	0.105	-0.237	0.071	-0.111	-0.158	0.079	0.09	-0.525	0.038	0.443
果肉中無機成分 (%) ^w	0.527	0.134	0.449	0.276	0.336	0.08	0.228	0.271	0.178	0.206
	0.134	-0.306	0.276	-0.293	-0.268	-0.35	-0.35	-0.326	-0.326	-0.182
	-0.022	-0.315	0.076	-0.178	-0.207	0.244	0.244	-0.002	-0.002	-0.096
	-0.315	-0.178	-0.178	-0.178	-0.354	-0.045	-0.045	-0.272	-0.272	-0.104

^z総デカラクトンはγ-デカラクトンとδ-デカラクトンの総和で、4種総量は総デカラクトン、酢酸エチルおよび酢酸ブチルの総和

^y発育枝発生本数は2009年11月に調査した値

^x*, **は5または1%水準で有意であることを示す (2009年はn=12, 2010年はn=8)

^w果肉は果皮を含む値



第1図 原料果実を採取した樹の発育枝発生本数と梅酒の芳香成分含量との関係 (完熟果, 2009年n=12, 2010年n=8)

発育枝発生本数は2009年11月16日に50 cm以上の枝を調査し、2009年産果実および2010年産果実で調査した梅酒の芳香成分量との関係を調査
芳香成分4種総量は、γ-デカラクトンおよびδ-デカラクトン、酪酸エチルおよび酢酸ブチルの総和

第8表 樹体の生育および無機成分含量と梅酒の苦味および機能性成分含量ならびに抗酸化能との相関係数

発育枝発生本数 (本・m ²)	果実										有機酸		ポリフェノール		抗酸化能 ^Y
	採取年	ブルナシン	シュウ酸	クエン酸	リンゴ酸	リンゴ酸	総量 ^Z	ソルビトール	トール	ポリフェノール	抗酸化能 ^Y				
2008	-0.555	0.896 ***	0.611	0.508	0.656 *	0.630	0.010	0.000	0.010	0.000	0.000				
2009	-0.636 * ^X	-0.123	0.017	0.140	0.062	-0.338	-0.073	-0.094	-0.073	-0.094	-0.094				
2008	0.538	-0.489	-0.045	-0.030	-0.045	-0.094	0.310	0.294	0.310	0.294	0.294				
2009	0.382	-0.735 **	-0.315	-0.411	-0.435	0.032	-0.253	-0.338	-0.253	-0.338	-0.338				
2008	-0.329	0.545	-0.014	0.142	0.056	0.151	-0.183	-0.267	-0.183	-0.267	-0.267				
2009	-0.519	0.053	-0.166	0.144	-0.040	-0.323	-0.088	-0.099	-0.088	-0.099	-0.099				
2008	-0.552	0.636 *	0.053	0.183	0.120	0.293	-0.257	-0.368	-0.257	-0.368	-0.368				
2009	-0.282	0.077	-0.059	0.360	0.147	0.084	0.099	0.010	0.099	0.010	0.010				
2008	-0.708 **	0.806 **	0.648 *	0.526	0.690 *	0.595 *	-0.135	-0.064	-0.135	-0.064	-0.064				
2009	-0.425	0.051	-0.476	-0.063	-0.366	-0.395	-0.292	-0.369	-0.292	-0.369	-0.369				
2008	-0.050	-0.052	-0.472	0.118	-0.273	-0.169	-0.125	-0.428	-0.125	-0.428	-0.428				
2009	0.168	-0.439	0.135	0.277	0.239	0.532	0.132	0.037	0.132	0.037	0.037				
2008	-0.115	-0.249	-0.577 *	-0.139	-0.464	-0.473	-0.534	-0.473	-0.534	-0.473	-0.473				
2009	0.249	-0.237	-0.108	0.075	-0.036	0.298	-0.022	-0.103	-0.022	-0.103	-0.103				

^Z総量はクエン酸とリンゴ酸の総和

^Y抗酸化能はDPPHラジカル消去能

* **, ***は5, 1または0.1%水準で有意であることを示す (n = 12)

^W果肉は果皮を含む

同様に、2010年は $y = -3.997x^2 + 91.24x + 555.9$ ($R^2 = 0.739$) の関係式が得られた。

単位面積当たりの発育枝発生本数および収量ならびに果肉中無機成分含量は梅酒の苦み成分および機能性成分含量ならびに抗酸化能との間に強い関係性が認められなかった(第8表)。

考 察

土壌型の違いは、根域制限栽培条件下のウンシュウミカンにおいて糖度などの果実品質に影響すること(夏秋ら, 2003)、養水分の違いはモモの果実品質に影響すること(久保田・工藤, 1992; 高野, 2010)が報告されている。ウメにおいても水分ストレスにより果肉のポリフェノール含量、梅酒の苦み成分およびラクトン類の含量が高まることを既報(大江ら, 2013)で報告したことから、土壌型の違いやそれに起因する樹体生育の違いが果実や加工品の品質に影響すると予想される。そこで、本試験では土壌型の違いが梅酒の品質および食味成分に及ぼす影響について調査した。

本試験で、灰色低地土は2008年に梅酒のシュウ酸含量が他の土壌に比べて、 γ -デカラクトン含量が岩屑土に比べて多い傾向がみられた。また、灰色低地土は、梅酒のリンゴ酸含量および有機酸総量が他の土壌に比べて多い傾向がみられた。灰色低地土は発育枝の発生本数が多いことから、同化養分量の違いが要因の1つとして考えられる。一方で、岡室ら(2013)は本試験で用いた土壌において、灰色低地土は他の土壌に比べて気相が少なく液相が多く、樹体の細根量が少ない傾向であると報告している。また、筆者らは既報(大江ら, 2013)でシュウ酸、 γ -デカラクトンおよびクエン酸含量は乾燥ストレスにより高まることを報告している。よって、高まった有機酸の種類は異なるが、根量の不足が乾燥ストレスと同様のストレスを引き起こしたか、液相が多い状態が過湿ストレスとなり、これら成分が増加したのかもしれない。

梅酒のクエン酸含量およびリンゴ酸との総和は、褐色森林土が最も少なかった。しかし、褐色森林土は原料果実1kg当たりの梅酒の製造量が他に比べて多い傾向であり、これらが梅酒に含まれる全量を算出すると最も少ない値とならなかったことから(データ略)、製造量の差に起因したと判断された。

樹勢の指標となる単位面積当たりの発育枝発生本数について、土壌型に関係なく各芳香成分との関係性をみると、当年および翌年の完熟果で調製した梅酒の γ -デカラクトンおよび芳香成分4種総量との間に強い正の相関関係が認められた。すなわち、樹勢が強いほうが梅酒に加工した場合に芳香成分が多い傾向が認められた。ただし、発育枝があまりに多いとむしろ芳香成分が少なくなる傾向がみられたことから、単位面積当たりの発育枝発生本数と芳香成分量との関係を2次式で求めたところ、当年および翌年の芳香成分4種総量が最大となる発育枝発生本数は11.3および11.4本 \cdot m²となった。‘南高’の樹体を健全に保ちつつ、青果収穫果での収量を2t \cdot 10a²程度に保つための発育枝の発生本数は10~11本 \cdot m²程度とされており(未発表)、本試験の結果からこの指標は梅酒の芳香成分を高めるうえでも適当であると判断された。

モモ果実中のラクトン類の含量は、施肥量が多いと少ないことが報告されているが(Jia・Okamoto, 2001)、梅酒については既報で褐色森林土に植栽し、NPK施肥量を大きく変えた‘南高’樹において、果肉や葉のN含量が大幅に減少しても香氣および苦み成分含量に影響しないことを報告した(大江ら, 2014b)。本試験で、果肉中のN含量に加えてP, K, CaおよびMg含量についても、梅酒の香氣および苦み成分含量に影響しないと判断された。

単位面積当たりの発育枝発生本数および収量ならびに果肉中無機成分含量は梅酒の機能性成分含量との間に一定の関係性がみられなかった。筆者らは既報（大江ら，2014a）で，本試験で用いた樹から採取した青果の果肉中 N および P 含量は，果肉中クエン酸含量との間に強い負の相関関係があることを確認し，果肉中 Mg 含量は，果肉中クエン酸，有機酸総量，ソルビトールおよび全糖含量との間に強い負の相関関係があることを確認している。本試験でこのような関係性がみられなかった要因として，熟度の違いが考えられる。すなわち，完熟果落下期まで熟度が進むことで，果肉中の N，P および Mg 含量の影響が小さくなると考えられた。

以上のように，土壌型の違いやそれに起因する樹体生長の違いにより，果実品質および梅酒の品質成分に違いが生じることが明らかとなった。なお，本試験は有機物の投入などの土壌改良を行わずに定植して調査したが，一般には土壌改良により保水性や通気性が改善されており，このような土壌型に応じた栽培管理が，樹体生長だけでなく梅酒品質に及ぼす効果についての検討が今後必要であると考えられる。

摘 要

土壌型の違いが‘南高’を用いた梅酒の香気，苦みおよび機能性成分に及ぼす影響について調査した。灰色低地土は，2008年に梅酒のシュウ酸含量が他の土壌に比べて， γ -デカラクトン含量が岩屑土に比べて多い傾向がみられ，また，リンゴ酸含量および有機酸総量が他の土壌に比べて多い傾向がみられた。樹勢の指標となる単位面積当たりの発育枝発生本数は，灰色低地土が岩屑土および黄色土に比べて多く，土壌型に関係なく各芳香成分との関係性をみると，完熟果で調製した梅酒の芳香成分総量（ 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の総和）との間に強い相関関係が認められた。しかし，発育枝本数が多すぎるとむしろ芳香成分が少なくなる傾向がみられた。以上のことから，土壌型の違いにより果実品質および梅酒の品質成分に影響を受けることが明らかとなり，芳香成分を多くするためには適度な樹勢を保つ必要があると判断された。

引用文献

- Jia, H. and G. Okamoto. 2001. Distribution of volatile compounds in peach fruit. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 70: 223-225.
- Kaneko, K., C. Otoguro, 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.
- 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. モモ果実の渋み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.
- Mattheis, J. P., J. K. Fellman, P. M. Chen and M. E. Patterson. 1991. Changes in headspace volatiles during physiological development of Bisbee Delicious apple fruit. *J. Agric. Food Chem.* 39: 1902-1906.
- 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.
- Mitani, T., A. Horinishi, K. Kishida, T. Kawabata, F. Yano, H. Mimura, N. Inaba, H. Yamanishi, T. Oe, K. Negoro, H. Mori, Y. Miyake, A. Hosoda, Y. Tanaka, M. Mori and Y. Ozaki. 2013. Phenolics profile of

- mume, Japanese apricot (*Prunus mume* Sieb. et Zucc.) fruit. *Biosci Biotechnol Biochem.* 77: 1623-1627.
- 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.
- 夏秋道俊・岩永秀人・新堂高広・山口正洋・末次信行・岩切 徹. 2003. 根域制限栽培における土壌母材の違いがウンシュウミカンの生育や果実品質に及ぼす影響. 佐賀果試研報. 15: 1-7.
- 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・岡室美絵子・土田靖久・城村徳明. 2014a. ウメ‘南高’における栽培土壌の違いが果実の機能性成分に及ぼす影響. 和歌山農林水研報. 2: 137-144.
- 大江孝明・岡室美絵子・山崎哲弘・奥井弥生・石原紀恵・城村徳明・土田靖久. 2014b. ウメ‘南高’における施肥量の違いが果実および梅酒の品質に及ぼす影響. 和歌山農林水研報. 2: 125-136.
- 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. 2012a. ウメ‘南高’果実の追熟条件が梅酒の香り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・細平正人. 2012b. 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・土田靖久・山崎哲弘・奥井弥生・石原紀恵・岡室美絵子・細平正人. 2013. 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. 和歌山農林水研報. 1: 55-64.
- 岡室美絵子・桑原あき・土田靖久. 2010. 和歌山県のウメ園土壌における肥料成分の溶脱特性. 園学研. 9: 299-304.
- 岡室美絵子・土田靖久・城村徳明・中西 慶. 2013. ウメ‘南高’樹の土壌タイプ別年間養分吸収量の推定. 和歌山農林水研報. 1: 85-101.
- 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.
- 高野和夫. 2010. おいしいモモの生産と出荷技術に関する研究. 岡山農研報. 1: 23-90.
- 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.
- Tamura, M., Y. Ohnishi, T. Kotani and N. Gato. 2011. Effects of new dietary fiber from Japanese Apricot (*Prunus mume* Sieb. et Zucc.) on gut function and intestinal microflora in adult mice. *Int J Mol Sci.* 12: 2088-2099.
- 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.
- 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.

Summary

Influences of the soil type on the aroma, bitter and functional components of processed Japanese apricot liqueur (ume liqueur) were investigated using Japanese apricot (*Prunus mume* Siebold et Zucc.) 'Nanko'. Ume liqueur made from fruit planted in the gray lowland soil tended to have more oxalic acid, causing bitterness, than that made from fruit planted in the other soil, and have more γ -decalactone than that made from fruit planted in the lithosol in 2008. Ume liqueur made from fruit planted in the gray lowland soil also tended to have more malic and total organic acid than that made from fruit planted in the other soil. The number of vegetative shoot per unit area, the index of tree vigor, was more on the tree planted in the gray lowland soil than that in the lithosol and the yellow soil, and was significantly related to the content of total aroma components (sum of γ -decalactone, δ -decalactone, ethyl butyrate and butyl acetate) in ume liqueur made from full-ripe fruit regardless of soil type. However, content of the total aroma components tended to decrease in the case of too much vegetative shoot per unit area. These results suggest that fruit quality and qualitative components in ume liqueur are influenced by the difference of soil type, and moderate tree vigor should be kept to produce rich aroma components in ume liqueur.