

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

誌名	和歌山県農林水産試験研究機関研究報告
ISSN	21875634
著者名	大江,孝明 岡室,美絵子 土田,靖久 城村,徳明
発行元	和歌山県農林水産部
巻/号	2号
掲載ページ	p. 137-143
発行年月	2014年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



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

大江孝明・岡室美絵子・土田靖久¹・城村徳明

和歌山県果樹試験場うめ研究所

Influence of the Difference of Planting Soils on Functional Components of Japanese Apricot 'Nanko' Fruit

Takaaki Oe, Mieko Okamuro, Yasuhisa Tsuchida and Noriaki Jomura

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

緒言

ウメは古くから健康食品として利用されており、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に着目し、抗酸化能とともに、果実の着果条件、熟度および加工方法の面からこれらが高まる要因を明らかにしてきた（大江ら、2006, 2007, 2008, 2009, 2012 ; Oeら, 2012）。しかし、地下部管理との関係はあまり明らかにされていない。

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。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、土壌型により養水分の溶脱特性、土壌理化学性の変化および樹体の生育が異なることを報告している。施肥や水分管理といった地下部管理は果実品質に影響することが報告されており（久保田・工藤, 1992 ; 高野, 2010）、根域制限栽培条件下のウンシュウミカンでは、土壌型の違いは果実品質に影響するとの報告がみられることから（夏秋ら, 2003）、ウメにおいても土壌型の違いが果実品質に影響すると予想される。

そこで、本試験では栽培土壌型の違いが果実の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. 栽培土壌の違いが果実および梅酒の機能性成分に及ぼす影響（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製の温室内に設置した縦

¹ 現在：和歌山県経営支援課

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。

2006~2009 年（4~7 年生）の青果収穫期に適熟果実（以下青果）を採取した。また、2008~2010 年（2010 年は各土壌 2 反復の計 8 基）の完熟落果開始期（着果量の 20% 程度落果した時期を見た目で判断）に完熟落下果実（以下完熟果）とその時点で樹上に着果している果実（以下黄熟果）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。2008 年は、同じ土壌型のすべての樹が完熟落果開始期に達した時点で、その土壌型のすべての樹から果実を採取した（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）。採取した果実は選果機で平均的な大きさの果実を選別して供試した。2009 および 2010 年は、完熟落果開始期（6 月 8 日~16 日）を樹ごとに判断して果実を採取し、選果機で選別して供試した。

採取した果実のうち青果については、熟度の指標となる果実重、果実硬度、毛じの抜け具合、果皮色（L*値, b*値）および果径指数（縦径/横径）を各樹 10 果を用いて測定した。その後、ほぼ均等に合計 10 g となるように果皮を含む果肉を集め、-28°C のフリーザー中に保存し、既報（大江ら、2006, 2007）と同様に、果肉の有機酸および糖含量は HPLC（LC-10Avp, 島津製作所）で、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能を 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl（DPPH）を用いた比色法で測定した。黄熟果および完熟果についても同様に果肉の成分分析を行った。

2. 樹体の生育および無機養分含量と果実の機能性成分との関係（試験 2）

2008 および 2009 年に単位面積当たりの発育枝（50 cm 以上の基部が木化した新梢）の発生本数および収量並びに果実中無機成分含量を測定して、試験 1 で測定した機能性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 日に調査した。収量は、2008 年が 2 回に分けて青果収穫し、2009 年が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。葉の無機成分含量は 7~8 月に中果枝（10~20 cm）の中位葉を採取した。果実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果皮を含む果肉を採取した。採取した葉および果実は 80°C 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°C 2 時間, 580°C 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. 栽培土壌の違いが果実および梅酒の機能性成分に及ぼす影響（試験1）

青果について、熟度指標の項目となる果実重、果実硬度、毛じの抜け具合、果皮色 L*値および b*値並びに果径指数に差はなかった（第1表）。

果肉の有機酸について、青果では灰色低地土はリンゴ酸含量が2008年を除き岩屑土よりも多く、2007年のクエン酸が褐色森林土よりも多く、2007年の有機酸総量が他よりも多かった（第2表）。黄熟果では、2008年のクエン酸含量は灰色低地土が岩屑土および褐色森林土に比べて多く、2009年のリンゴ酸含量は灰色低地土が黄色土に比べて多く、2008年の有機酸総量は灰色低地土および岩屑土が褐色森林土に比べて多かった（第3表）。完熟果では有機酸に差がなかった。

青果の果肉のソルビトール含量は、各区間に差がなかった（第4表）。青果のポリフェノール含量は2009年の岩屑土が灰色低地土よりも多かった。抗酸化能は差がなかった。黄熟果および完熟果のソルビトール含量は、2008年が黄熟果および完熟果ともに褐色森林土が他に比べて少ない傾向であったが、他の年では差がなかった（第5表）。ポリフェノール含量および抗酸化能は2008年の完熟果の岩屑土が褐色森林土に比べて大きく、岩屑土は各年とも最も大きい値であった。

2. 樹体の生育および無機養分含量と果肉の機能性成分との関係（試験2）

単位面積当たりの発育枝発生本数および収量は機能性成分および抗酸化能との間に強い関係性が認められなかった（第6表）。夏期の葉中NおよびMg含量は果肉中リンゴ酸含量との間にそれぞれ正および負の強い相関関係がみられた。果肉中NおよびP含量は、果肉中クエン酸および全糖含量との間に強い負の相関関係がみられた。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みられた。

第1表 土壌型と果実形質（青果収穫果実）

		果実重 (g)	硬度 (kg)	毛じ抜け 具合 (%)	果皮色		果径指数 (縦径/横径)
					L*値	b*値	
2006年	岩屑土	20.5 a ^z	1.39 a	-	55.8 a	30.3 a	1.14 a
	灰色低地土	20.1 a	1.33 a	-	55.6 a	31.8 a	1.07 a
	黄色土	20.2 a	1.71 a	-	55.8 a	30.9 a	1.11 a
	褐色森林土	19.3 a	1.58 a	-	54.4 a	30.2 a	1.14 a
2007年	岩屑土	28.3 a	1.34 a	-	-	30.5 a	-
	灰色低地土	23.3 a	1.42 a	-	-	30.2 a	-
	黄色土	27.0 a	1.67 a	-	-	29.5 a	-
	褐色森林土	28.9 a	1.73 a	-	-	28.0 a	-
2008年	岩屑土	30.5 a	1.35 a	47 a	57.1 a	31.9 a	1.08 a
	灰色低地土	26.5 a	1.52 a	40 a	56.7 a	30.8 a	1.08 a
	黄色土	26.6 a	1.44 a	34 a	56.6 a	30.3 a	1.11 a
	褐色森林土	31.9 a	1.59 a	33 a	55.6 a	29.5 a	1.10 a
2009年	岩屑土	37.8 a	1.23 a	27 a	58.3 a	34.2 a	1.07 a
	灰色低地土	36.8 a	1.36 a	23 a	57.5 a	33.0 a	1.08 a
	黄色土	34.8 a	1.27 a	22 a	58.5 a	33.2 a	1.10 a
	褐色森林土	38.6 a	1.21 a	25 a	57.3 a	33.0 a	1.08 a

^zTukeyの方法により、異符号間に5%水準で有意差があることを示す (n=3)

第2表 土壌型と果肉の有機酸含量 (青果収穫果実)

	有機酸 (g・100g ⁻¹ FW)											
	クエン酸				リンゴ酸				総量 ²			
	2006年	2007年	2008年	2009年	2006年	2007年	2008年	2009年	2006年	2007年	2008年	2009年
岩屑土	3.88 a ^y	4.04 ab	4.41 a	5.07 a	1.64 b	1.40 c	1.97 a	1.62 b	5.52 a	5.44 b	6.38 a	6.69 a
灰色低地土	4.09 a	4.17 a	4.48 a	4.97 a	1.96 a	1.96 a	1.87 a	2.04 a	6.05 a	6.12 a	6.35 a	7.01 a
黄色土	3.94 a	4.01 ab	4.41 a	5.28 a	1.59 b	1.48 c	1.93 a	1.75 ab	5.53 a	5.50 b	6.34 a	7.03 a
褐色森林土	4.01 a	3.77 b	4.01 a	4.73 a	1.98 a	1.68 b	1.93 a	1.83 ab	5.99 a	5.45 b	5.93 a	6.56 a

²総量はクエン酸およびリンゴ酸の総和^yTukeyの方法により, 異符号間に5%水準で有意差があることを示す (n=3)

第3表 土壌型および熟度と果肉の有機酸含量 (黄熟果および完熟果)

		有機酸 (g・100g ⁻¹ FW)								
		クエン酸			リンゴ酸			総量 ²		
		2008年	2009年	2010年	2008年	2009年	2010年	2008年	2009年	2010年
黄熟果	岩屑土	4.73 bc ^y	5.34 a	4.33 a	1.92 a	1.23 ab	0.33 a	6.66 a	6.57 a	5.91 a
	灰色低地土	5.22 a	5.14 a	4.39 a	1.92 a	1.48 a	0.53 a	7.14 a	6.62 a	5.90 a
	黄色土	4.90 ab	5.54 a	4.60 a	1.42 a	1.15 b	0.46 a	6.32 ab	6.68 a	5.80 a
	褐色森林土	4.44 c	5.16 a	4.42 a	1.27 a	1.41 ab	0.56 a	5.71 b	6.57 a	5.48 a
完熟果	岩屑土	4.91 a	5.39 a	4.53 a	1.00 a	0.78 a	0.25 a	5.91 a	6.17 a	6.17 a
	灰色低地土	4.91 a	5.49 a	4.47 a	0.99 a	0.84 a	0.32 a	5.90 a	6.33 a	6.33 a
	黄色土	4.97 a	5.50 a	4.64 a	0.83 a	0.66 a	0.24 a	5.80 a	6.16 a	6.16 a
	褐色森林土	4.70 a	5.17 a	4.67 a	0.78 a	0.75 a	0.34 a	5.48 a	5.92 a	5.92 a

²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%水準で有意差があることを示す (2008および2009年はn=3, 2010年はn=2)

第4表 土壌型と果肉のソルビトール, ポリフェノール含量および抗酸化能 (青果収穫果実)

		ソルビトール (g・100g ⁻¹ FW)				ポリフェノール ² (mgCE・100g ⁻¹ FW)				抗酸化能 ² (μmolTE・100g ⁻¹ FW)		
		2006年	2007年	2008年	2009年	2006年	2007年	2008年	2009年	2007年	2008年	2009年
		岩屑土	0.03 a ^y	0.09 a	0.19 a	0.22 a	95 a	95 a	95 a	85 a	411 a	403 a
灰色低地土	0.07 a	0.14 a	0.18 a	0.24 a	95 a	90 a	91 a	75 b	375 a	401 a	394 a	
黄色土	0.03 a	0.08 a	0.16 a	0.23 a	120 a	91 a	90 a	81 ab	383 a	393 a	417 a	
褐色森林土	0.05 a	0.07 a	0.11 a	0.17 a	109 a	86 a	89 a	78 ab	371 a	402 a	413 a	

²CEはクロロゲン酸相当量をTEはα-ト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%水準で有意差があることを示す (n=3)

第5表 土壌型および熟度と果肉のソルビトール, ポリフェノール含量および抗酸化能

		ソルビトール (mg・100g ⁻¹ FW)			ポリフェノール ² (mgCE・100g ⁻¹ FW)			抗酸化能 ² (μmolTE・100g ⁻¹ FW)		
		2008年	2009年	2010年	2008年	2009年	2010年	2008年	2009年	2010年
		黄熟果	岩屑土	216 a ^y	185 a	62 a	77 a	81 a	92 a	354 a
	灰色低地土	264 a	189 a	53 a	66 a	56 a	56 a	296 a	314 a	195 a
	黄色土	231 a	221 a	31 a	66 a	71 a	75 a	295 a	355 a	234 a
	褐色森林土	99 b	200 a	56 a	51 a	70 a	59 a	252 a	364 a	207 a
完熟果	岩屑土	91 ab	76 a	28 a	82 a	75 a	83 a	369 a	361 a	247 a
	灰色低地土	111 a	120 a	26 a	66 ab	59 a	52 a	288 ab	317 a	176 a
	黄色土	58 bc	61 a	22 a	70 ab	69 a	70 a	293 ab	325 a	227 a
	褐色森林土	43 c	84 a	74 a	52 b	60 a	56 a	241 b	324 a	186 a

²CEはクロロゲン酸相当量を, TEはα-ト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%水準で有意差あることを示す (2008および2009年はn=3, 2010年はn=2)

第6表 樹体の生育および無機成分含量と果肉中成分含量および抗酸化能との相関係数

	果実		有機酸		ソルビ		ポリフェ			
	採取年	クエン酸	リンゴ酸	総量 ^z	トール	全糖	ノール	抗酸化能		
単位面積当たり発	2008	0.079	0.020	0.076	0.091	0.177	0.090	0.085		
育枝発生本数 ^y	2009	-0.416	0.852 ***	0.168	0.020	-0.095	-0.311	-0.295		
単位面積当たり収	2008	0.350	-0.033	0.260	0.264	0.387	0.234	0.073		
量	2009	-0.059	-0.382	-0.290	-0.035	-0.020	0.156	0.101		
葉中無機成分 ^x	N	2007	-0.332	0.728 **	0.320	0.122	-0.289	-0.416	-0.540	
		2009	-0.233	0.579 *	-0.158	0.334	0.309	-0.512	-0.504	
	P	2007	-0.226	-0.534	-0.553	-0.395	-0.072	0.245	0.311	
		2009	-0.756 **v	0.202	-0.534	-0.390	-0.431	0.054	0.136	
	K	2007	-0.046	0.730 **	0.477	0.238	0.026	-0.331	-0.163	
		2009	-0.654 *	0.530	-0.240	-0.238	-0.275	-0.207	-0.117	
	Ca	2007	-0.660 *	-0.783 **	-0.897 ***	-0.803 **	-0.602 *	-0.199	-0.166	
		2009	-0.494	-0.122	-0.507	-0.438	-0.487	0.510	0.496	
	Mg	2007	-0.154	-0.912 ***	-0.711 **	-0.505	-0.206	0.227	0.122	
		2009	0.383	-0.748 **	-0.132	-0.058	0.010	0.593 *	0.518	
	果肉中無機成分 ^w	N	2006	-0.762 **	0.000	-0.456	-0.523	-0.595	-0.122	0.024
			2007	-0.729 **	0.282	-0.203	-0.473	-0.720 **	-0.664 *	-0.640 *
2008			-0.593 *	0.157	-0.379	-0.546	-0.591 *	-0.182	-0.014	
P		2006	-0.734 *	-0.266	-0.600	-0.664 *	-0.782 **	0.024	0.233	
		2007	-0.688 *	-0.478	-0.704 *	-0.779 **	-0.844 ***	-0.247	-0.237	
		2008	-0.619 *	-0.182	-0.458	-0.475	-0.624 *	0.082	0.175	
K		2006	-0.560	0.142	-0.249	-0.339	-0.509	-0.047	0.066	
		2007	-0.377	-0.535	0.162	0.020	-0.373	-0.484	-0.424	
		2008	-0.146	0.224	0.020	-0.485	-0.050	-0.116	0.041	
Ca		2006	-0.375	-0.228	-0.363	-0.397	-0.500	0.500	0.464	
		2007	-0.849 ***	-0.496	-0.803 **	-0.654 *	-0.706 *	-0.413	-0.375	
		2008	-0.219	-0.270	-0.340	-0.424	-0.267	-0.114	0.258	
Mg		2006	-0.657 *	-0.414	-0.644 *	-0.671 *	-0.775 **	0.546	0.604 *	
		2007	-0.741 **	-0.615 *	-0.826 **	-0.754 **	-0.813 **	-0.353	-0.441	
		2008	-0.718 **	-0.214	-0.706 *	-0.753 **	-0.703 *	-0.123	0.092	

^z総量はクエン酸とリンゴ酸の総和^y発育枝発生本数は11月に調査した値^x夏期(7~8月)に採取^w青果収穫果実の果皮を含む値^v*, **, ***は5, 1または0.1%水準で有意であることを示す (2007~2009年はn=12, 2006年はn=11)

考察

和歌山県のウメ園は主に4種類の土壌型で栽培されており、これらは保肥力や保水力が大きく異なる。熊代ら(1992)は若木のリンゴにおいて、黒ボク土と灰色低地土では果実品質に大差がないことを報告しているが、ウメ園の土壌型では保水性などの特性も大きく異なる。そこで、本試験では土壌型の違いが果実の機能性成分に及ぼす影響について調査した。

本試験で、青果では熟度指標となる果実形質に土壌型による差がなかったが、果肉のリンゴ酸含量が灰色低地土で高い傾向であった。岡室ら(2013)は本試験で用いた樹において、灰色低地土は他の土壌に比べて気相が少なく液層が多く、細根量が少ない傾向であると報告している。筆者ら(大江ら, 2013)は乾燥ストレスが果皮を含む果肉のクエン酸含量を高めることを報告している。今回高まった有機酸の種類は異なるが、同様に地下部へのストレスにより高まったのかもしれない。

果肉のポリフェノール含量および抗酸化能は2006年の青果のポリフェノール含量を除き、岩屑土が最も大きい値であった。これらは果実に紫外光が当たることにより高まり(Oeら, 2012)、岩屑土は最も単位面積当たりの発育枝の発生本数が少なかった(データ略)ことから、果実への日当た

りの影響も考えられたが、発育枝の発生本数とポリフェノール含量および抗酸化能との間には強い関係性が認められなかったことから、土壌型がより強く関与したものと判断された。筆者ら（大江ら、2013）は乾燥ストレスが果肉のポリフェノール含量および抗酸化能を高めることも報告しており、保水性が低いための他の土壌よりも乾燥しやすかったことが一因と考えられる。

夏期の葉中 N および Mg 含量は果肉中リンゴ酸含量との間にそれぞれ正および負の強い相関関係がみられ、土壌型に関係なく夏期の葉中の N 含量が多く、Mg 含量が少なくほうがリンゴ酸含量が多い傾向が認められた。土壌型などが異なる産地のニホンナシ樹において、5月の葉中の K 含量は糖度と負の相関関係が認められているが（佐藤ら、1995）、葉中 N および Mg 含量と有機酸含量との関係については不明であり、要因も含めて今後詳細な検討が必要である。また、果肉中 N、P および Mg 含量は、果肉中クエン酸および全糖含量との間に強い負の相関関係がみられた。特に果肉中 Mg 含量は、有機酸総量およびソルビトール含量との間にも強い負の相関関係がみられた。筆者ら（大江ら、2014）は褐色森林土植栽のウメ樹において、N、P および K の施用を抑制すると、果肉中 N が減少し、糖含量が高まること、果肉中 N 含量は糖含量度と強い負の相関関係がみられると報告しており、本試験から土壌型に関係なく果肉中 N 含量が少ないほうが果肉のクエン酸および糖含量が多い傾向が確認された。加えて、土壌型に関係なく果肉の P および Mg 含量が少ないほうが果肉のクエン酸および糖含量が多い傾向が確認された。リンゴ、ナシおよびモモにおいて、リン酸施用量の増加に伴って果実の酸含量がわずかに減少することが報告されており（建石・熊代、1980）、P についてはこれら樹種と同様の樹体反応を示したものと推察された。Mg については要因も含めて、今後詳細な検討が必要である。

以上のように、土壌型の違いやそれに起因する樹体の無機成分含量の違いにより、果肉の機能性成分に違いが生じることが明らかになり、樹体生長だけでなく高品質な果実を生産するうえでも土壌型に応じた栽培管理についての検討が今後必要であると考えられた。

摘要

本試験では栽培土壌型の違いが果実の機能性成分に及ぼす影響について調査した。

- 1) 青果収穫果実のリンゴ酸含量は灰色低地土が他よりも多い傾向であった。
- 2) ポリフェノール含量および抗酸化能は岩屑土がほぼ各年とも最も大きい値であった。
- 3) 葉中の N 含量が多く、Mg 含量が少ないほうがリンゴ酸量が多い傾向が認められた。
- 4) 果肉中 N、P および Mg 含量は、果肉中クエン酸および全糖含量との間に強い負の相関関係がみられた。

引用文献

- 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.
- 熊代克巳・建石繁明・上条公德・荒井一哉. 1992. 土壌及び台木の相違がリンゴ「つがる」の樹体生育、収量及び果実品質に及ぼす影響. 信州大農学部紀要. 29: 1-7.
- 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・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.
- 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. 2014. 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: 投稿中.
- Oe, T., N. Sakurai, K. Negoro, A. Kuwabara, M. Okamuro T. Mitani 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・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. 2012. 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.
- 佐藤康一・斉藤 隆・中西政則・平沢秀弥. 1995. 山形県における日本ナシ園の土壌特性と果実品質. 東北農業研究. 48: 181-182.
- 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.
- 建石繁明・熊代克巳. 1980. 各種分析法による土壌中のリン酸含量とリンゴ, ナシ及びモモ樹の生育, 収量及び果実品質との関係. 信州大農学部紀要. 17: 101-115.