

ウメにおける単肥および鶏糞堆肥を活用した施肥の低コスト化

梶野高志¹・稲葉有里^{1,2}・綱木海成¹・城村徳明^{1,3}・土田靖久¹

¹和歌山県果樹試験場うめ研究所

Low-cost Fertilizer Application Using Straight Fertilizer and Chicken Manure Compost in Japanese Apricot Tree

Takashi Kajino¹, Yuri Inaba^{1,2}, Kaisei Tsunaki¹, Noriaki Jomura^{1,3} and Yasuhisa Tsuchida¹

¹ Japanese Apricot Laboratory, Wakayama Fruit Tree Experiment Station

緒言

日本は化学肥料の主な原料である尿素、リン酸アンモニウム、塩化カリウムのほぼ全量を輸入していることから、国内の肥料価格は国際価格や運送費の影響を大きく受ける（農林水産省，2022）。2008年に世界経済の三F危機（金融・燃料・食料）と連動した資源インフラの一環で、窒素・リン酸（P₂O₅）・カリ（K₂O）の肥料原料価格が高騰した（高辻，2008）。その後急激な価格上昇は落ち着いたものの、近年、世界的な穀物需要の増加やエネルギー価格の上昇に加え、ロシアによるウクライナ侵攻等の影響により、化学肥料原料の国際価格が大幅に上昇したため、肥料価格が急騰している。

ウメでは主に有機配合肥料が使用されているが肥料価格の高騰が栽培コストを圧迫している現状から、施肥コストの削減が望まれている。施肥コスト削減にあたって減肥が考えられるが、ウメ‘南高’で年間施肥量を3割削減し3年間連用した場合、樹体の窒素含有率が不足傾向となり、樹の健全度を示す葉面積も小さくなったため、樹勢低下を招く恐れがあると報告されている（和歌山県農林水産部，2018）。そこで、本研究では有機配合肥料の代替として安価な種類の肥料を活用できるか検討を行った。一般的に化成肥料や鶏糞堆肥は有機配合肥料よりも安価である。同じ窒素施用量であればウメ‘南高’において有機配合肥料の代替として化成肥料を施用した場合、肥効および収量、果実、樹体生育に影響はないと報告されている（岡室ら，2013）。また、施肥の一部を梅調味廃液添加鶏糞堆肥で代替し、有機配合肥料と梅調味廃液添加鶏糞堆肥を組み合わせる3年間連用しても生育には影響が見られなかったと報告されている（岡室ら，2015）。本研究では、さらなるコスト削減の方法として安価な単肥や鶏糞堆肥を組み合わせた施肥体系を考案した。しかし、単肥はナシにおいて、複合肥料に比べ、果実の収量・品質および樹体の生育量が劣った（熊代・建石，1967）と報告されているため、ウメの生育への影響を明らかにする必要がある。そこで、ウメ‘南高’における単肥や鶏糞堆肥を組み合わせた低コスト施肥体系が、土壌理化学性、収量および樹体生育に及ぼす影響について調査した。また、鶏糞堆肥には石灰成分が含まれており、pH調整の役割

を果たす（斎藤，2022）とされているため，土壌 pH の矯正効果についても検討した。

材料および方法

2019年4月から，和歌山県果樹試験場うめ研究所圃場（和歌山県みなべ町，褐色森林土）植栽の開心自然形「南高」18年生を供試して4年間試験を行った。試験区は，硫酸アンモニウム，BM ようりんおよび硫酸カリウムのみを施用した単肥区，実肥と礼肥は単肥区と同様に施用し，元肥に発酵鶏糞堆肥を組み合わせて施用した単肥＋鶏糞堆肥区とし，対照は有機配合肥料を施用した慣行施肥区とした。

施用量および施肥時期は土壌肥料対策指針（和歌山県農林水産部，2019）のウメ施肥基準に準じ，表1のとおりとした。施肥量を設定する際，試験開始前の収量をもとに1.5t/10a程度と判断し，同施肥基準に準じて年間施用窒素成分20kg/10aとした。植栽本数は樹体占有面積から25本/10aとし，試験期間を通じて窒素施用量を800g/樹/年とした。窒素施用量800g/樹/年を実肥30%（4月上中旬と5月上中旬に15%ずつ2回に分けて施用），礼肥40%（6月下旬～7月上旬），元肥30%（9月中旬～10月上旬）の割合で施用した。単肥＋鶏糞堆肥区は，元肥の窒素量の半分（年間施肥量の15%）を鶏糞堆肥で代替した。

土壌理化学性の調査をするため，実肥および元肥の施用前（2019年4月4日，10月1日，2020年4月8日，9月28日，2021年3月19日，9月14日，2022年3月28日，9月14日）に供試樹の主幹と樹冠外周部の中間にある土壌（深さ20cm以内）を1樹あたり3カ所から採取した。採取後，pH，無機態窒素含量を蒸留法，可給態リン酸含量をトルオーグ法（日本分光株式会社，V-750），交換性カリウム含量を炎光法（サーモエレクトロン株式会社，SOLAAR AA），交換性カルシウム含量および交換性マグネシウム含量を原子吸光法（サーモエレクトロン株式会社，SOLAAR AA），腐植含有率をCNコーダー法（ジェイ・サイエンス・ラボ社，マイクロコーダーJM1000CN）で測定した。

果実収量の調査項目は，収量および階級構成とし，階級構成から大玉果率（全収量に対する2L階級以上の果実重量の割合）を算出した。果実は青果収穫適期（2019年6月12日，6月17日，2020年6月4日，2021年6月3日，2022年6月3日，6月9日）に収穫した。階級構成は，選果機により選別を行い，直径30mm未満をS，30～33mmをM，33～37mmをL，37～41mmを2L，41～45mmを3L，45mm以上を4Lとした。

樹体養分の指標である葉中無機成分は，8月上旬（2020年8月5日，2021年8月5日，2022年月8月9日）に15～25cmの中果枝の中位葉を各樹10枚ずつ採取した。採取後80℃で通風乾燥した後，ミルサーで粉碎した。窒素はCNコーダー法で測定し，リン，カリウム，カルシウムおよびマグネシウムは試料を乾式灰化（180℃2時間，580℃5時間）して，6N塩酸で溶解し，リンはバナドモリブデン酸法，カリウムは炎光法，カルシウムおよびマグネシウムは原子吸光法で測定した。

表1 各試験区における資材および施用成分量

試験区	施肥時期	資材 (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O(%))	有効成分量 (g/樹)		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O
単肥区	4月上中旬	硫酸+BMようりん+硫カリ(21-20-50)	120	67	211
	5月上中旬	"	120	67	106
	6月下旬～7月上旬	"	320	179	176
	9月下旬～10月上旬	"	240	134	211
	合計		800	448	704
単肥 + 鶏糞堆肥区	4月上中旬	硫酸+BMようりん+硫カリ(21-20-50)	120	67	211
	5月上中旬	"	120	67	106
	6月下旬～7月上旬	"	320	179	176
	9月下旬～10月上旬	硫酸+BMようりん+硫カリ(21-20-50) 鶏糞(2.3-5.1-3.2)	120	134	211
	合計		800	885	1015
慣行施肥区	4月上中旬	南高タブレット(8-5-7)	120	75	105
	5月上中旬	"	120	75	105
	6月下旬～7月上旬	"	320	200	280
	9月下旬～10月上旬	"	240	150	210
	合計		800	500	700

²鶏糞の肥効率はN:50%、P₂O₅:80%、K₂O:90%として算出した。

樹体生育の指標である徒長枝本数、幹周および樹容積については 11～12 月の冬季剪定前に調査した。徒長枝本数は、長さ 50cm 以上の基部が木化した 1 年生枝の樹幹占有面積 (m²) あたりの本数とした。幹周は地上から 15cm 上部分で測定し、幹肥大指数として 2019 年 11 月の幹周を 100 としたときの数値を算出した。樹容積は [樹冠の長径×短径×(樹高-第一主枝までの高さ)×0.7] で求めた。

コスト削減効果については、2022 年 10 月における主産地の販売単価 (JA よびホームセンターの単価を調査) を基に各試験区のコストを土壤肥料対策指針 (和歌山県農林水産部, 2019) のウメ基準施肥量に準じ算出した。

結 果

土壤理化学性の結果を表 2 に示す。土壤 pH は、2021 年 9 月に単肥+鶏糞堆肥区で慣行施肥区に比べて高かったが、それ以外の時期では試験区間に差が見られなかった。また、各試験区とも年数の経過とともに低下する傾向を示し、試験最終年の 2022 年には、pH4.6～4.8 まで低下した。土壤中無機成分含量について、無機態窒素は試験期間を通じて試験区間に差は見られなかった。可給態リン酸は 2022 年 3 月に単肥+鶏糞堆肥区で単肥区に比べて高かったが、それ以外の時期では差が見られなかった。交換性カリウム、交換性カルシウムおよび交換性マグネシウムは、試験期間を通じて試験区間に差は見られなかった。腐植含有率は 2022 年 3 月に単肥+鶏糞堆肥区で他の区に比べて高かったが、それ以外の時期では差が見られなかった。

表2 施肥体系の違いによる土壤理化学性

年	月	試験区	pH	無機態窒素 (mg/100g乾土)	可給態リン酸 (mg/100g乾土)	交換性塩基(mg/100g乾土)			腐植 (%)			
						K ₂ O	CaO	MgO				
2019	4月	単肥区	5.9	2.4	34.2	13.9	125	29.5	2.5			
		単肥+鶏糞堆肥区	5.5	1.3	21.4	3.6	148	37.8	2.1			
		慣行施肥区	5.5	2.4	14.7	11.9	136	32.1	1.8			
		有意性 ^z	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns			
	10月	単肥区	5.2	1.6	51.9	12.2	156	32.9	3.7			
		単肥+鶏糞堆肥区	5.2	0.9	28.7	17.8	187	32.9	3.7			
		慣行施肥区	5.1	1.5	39.7	12.7	172	25.1	3.5			
		有意性	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns			
	2020	4月	単肥区	5.3	1.4	23.3	8.2	54	79.9	1.2		
			単肥+鶏糞堆肥区	5.4	1.6	66.6	5.9	115	149.2	1.4		
			慣行施肥区	5.1	1.5	19.6	6.3	52	200.7	1.1		
			有意性	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns		
9月		単肥区	4.9	2.7	38.2	10.5	88	157.6	3.9			
		単肥+鶏糞堆肥区	5.2	2.0	56.1	9.4	106	262.3	3.0			
		慣行施肥区	5.0	1.9	31.7	15.6	97	90.5	2.7			
		有意性	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns			
2021		3月	単肥区	4.7	1.1	21.8	10.6	185	29.4	1.5		
			単肥+鶏糞堆肥区	5.0	1.5	19.5	11.1	226	35.0	1.4		
			慣行施肥区	5.2	0.8	10.9	8.1	271	42.5	1.0		
			有意性	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns		
	9月	単肥区	4.2	ab	1.1	22.0	13.8	75	30.2	1.6		
		単肥+鶏糞堆肥区	4.5	a	1.5	32.1	12.0	105	34.3	2.3		
		慣行施肥区	4.2	b	1.2	16.8	13.2	95	29.8	1.3		
		有意性	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns			
	2022	3月	単肥区	4.6	1.1	15.1	b	12.8	99	27.2	1.3	b
			単肥+鶏糞堆肥区	4.8	1.5	28.6	a	15.2	137	33.1	1.8	a
			慣行施肥区	4.7	1.0	15.6	ab	11.6	118	31.3	1.3	b
			有意性	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	*	
9月		単肥区	4.8	4.0	36.6	13.5	123	30.8	2.4			
		単肥+鶏糞堆肥区	4.6	2.1	9.0	10.6	106	29.2	1.4			
		慣行施肥区	4.6	2.2	11.6	10.9	111	30.3	1.8			
		有意性	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns			

^z異符号間にはTukeyの多重比較検定により*は5%水準で有意差あり、nsは有意差なし(n=3)

収量は、試験期間を通じて試験区間に差は見られなかった（図 1）。階級構成は試験区間に差がなく、大玉果率にも差がなかった（表 3）。

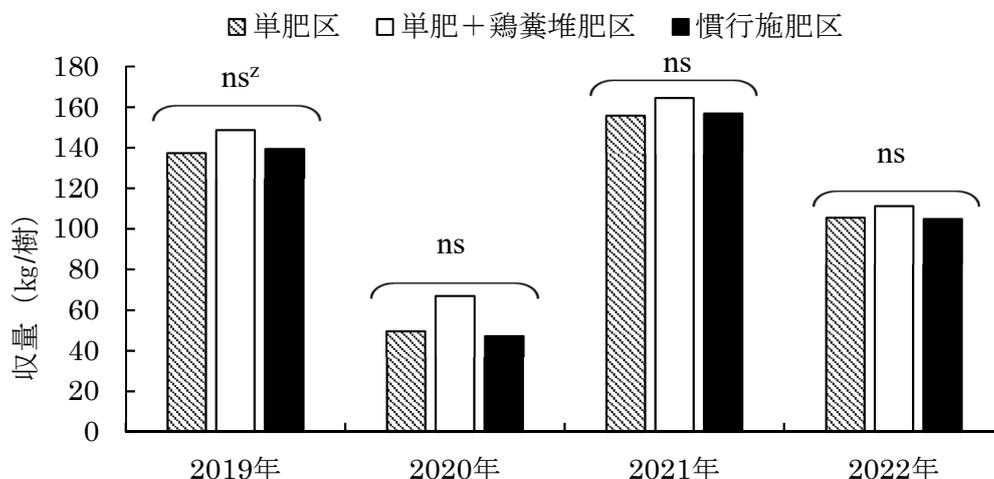


図 1 施肥体系の違いによる収量

^zTukey の多重比較検定により、図中の ns は有意差がないことを示す (n=3)

表 3 施肥体系の違いによる収穫果実の階級構成

年	試験区	階級構成 (%) ^z						大玉果率 (%) ^y
		S	M	L	2L	3L	4L	
2019	単肥区	5.8	13.4	39.3	35.0	6.4	0.1	41.5
	単肥+鶏糞堆肥区	5.2	13.6	42.2	34.0	4.8	0.0	38.9
	慣行施肥区	2.8	7.3	34.1	42.0	13.2	0.5	55.8
	有意性 ^x	-	-	-	-	-	-	ns
2020	単肥区	0.8	2.2	14.0	37.3	42.0	3.8	83.1
	単肥+鶏糞堆肥区	0.6	2.2	14.4	44.7	35.2	3.0	82.8
	慣行施肥区	0.2	0.7	6.2	37.6	48.6	6.8	93.0
	有意性	-	-	-	-	-	-	ns
2021	単肥区	6.4	13.6	32.3	35.5	11.5	0.7	47.7
	単肥+鶏糞堆肥区	8.3	15.5	33.1	34.9	7.5	0.7	43.1
	慣行施肥区	2.7	8.4	27.7	41.0	18.4	1.7	61.1
	有意性	-	-	-	-	-	-	ns
2022	単肥区	2.5	6.4	32.8	46.1	11.6	0.6	58.3
	単肥+鶏糞堆肥区	4.6	9.6	32.5	40.9	11.5	0.9	53.3
	慣行施肥区	2.9	7.7	28.1	39.8	18.3	3.2	61.3
	有意性	-	-	-	-	-	-	ns

^z重量による割合，果実直径により階級 (S<30mm≤M<33mm≤L<37mm≤2L<41mm≤3L<45mm≤4L) を選別した

^y全収量に対する2L以上の果実重量の割合

^xTukeyの多重比較検定により，nsは有意差がないことを示す (n=3)

葉中の窒素，リン，カリウム，カルシウムおよびマグネシウム含有率は，試験期間を通じて試験区間に差は見られなかった（表 4）。しかし，窒素およびリン含有率は試験期間を通じて各試験区で和歌山県農林水産部（2019）によるウメ‘南高’葉診断基準の適正範囲（窒素 2.5～3.0%、リン 0.16～0.20%）をほぼ下回っており，カルシウム含有率は 2021 年に各試験区で適正範囲（1.01～2.00%）を下回り，カリウムおよびマグネシウム含有率は 2021 年以降各試験区で適正範囲（カリウム 3.0～5.0%，マグネシウム 0.31～0.45%）を下回っていた。

表4 施肥体系の違いによる葉中無機成分含有率

年	試験区	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
2020	単肥区	2.42	0.13	3.12	1.32	0.38
	単肥+鶏糞堆肥区	2.39	0.12	2.88	1.31	0.32
	慣行施肥区	2.46	0.13	3.25	1.32	0.32
	有意性 ^z	ns	ns	ns	ns	ns
2021	単肥区	2.35	0.12	1.81	0.95	0.23
	単肥+鶏糞堆肥区	2.33	0.12	1.71	0.85	0.19
	慣行施肥区	2.25	0.11	1.62	0.77	0.19
	有意性	ns	ns	ns	ns	ns
2022	単肥区	2.35	0.12	1.70	0.87	0.20
	単肥+鶏糞堆肥区	2.46	0.17	2.38	1.25	0.27
	慣行施肥区	2.33	0.14	2.25	1.02	0.22
	有意性	ns	ns	ns	ns	ns

^zTukeyの多重比較検定により、nsは有意差がないことを示す(n=3)

樹容積および幹周は、2020年に単肥区で慣行施肥区よりも小さかったが、それ以外の時期では差が見られなかった(表5)。また、幹肥大指数および徒長枝本数は、試験期間を通じて試験区間に差は見られなかった。

表5 施肥体系の違いによる樹体生育

年	試験区	樹容積 (m ³)	幹周 (cm)	幹肥大指数 ^z	徒長枝本数 (本/m ²)
2019	単肥区	132.7	83.8	-	4.9
	単肥+鶏糞堆肥区	124.7	90.5	-	4.4
	慣行施肥区	120.8	88.2	-	5.4
	有意性 ^y	ns	ns	-	ns
2020	単肥区	143.6 b	90.3 b	107.8	4.2
	単肥+鶏糞堆肥区	162.7 ab	102.0 a	112.5	3.9
	慣行施肥区	187.0 a	98.7 a	112.0	3.8
	有意性	*	*	ns	ns
2021	単肥区	154.9	95.2	113.5	3.0
	単肥+鶏糞堆肥区	173.8	103.5	114.2	3.1
	慣行施肥区	156.9	101.8	115.6	3.4
	有意性	ns	ns	ns	ns
2022	単肥区	155.9	101.4	121.0	5.0
	単肥+鶏糞堆肥区	171.4	109.5	121.0	4.8
	慣行施肥区	169.4	109.2	123.9	5.4
	有意性	ns	ns	ns	ns

^y異符号間にはTukeyの多重比較検定により*は5%水準で有意差あり、nsは有意差なし(n=3)

^z幹肥大指数は2019年11月調査時の幹周を100とした指数

慣行施肥区と比較したコストの削減効果は、単肥区は45%削減、単肥+鶏糞堆肥区は43%削減と試算された(表6)。

表6 施肥体系の違いによる施肥コスト

試験区	価格(円/10a)	コスト削減率(%) ^z
単肥区	34,000	45
単肥+鶏糞堆肥区	35,000	43
慣行施肥区	62,000	-

^zコスト削減率=[1-(単肥区および単肥+鶏糞堆肥区の価格/慣行施肥区の価格)]×100

考 察

本研究では、ウメ‘南高’における安価な単肥や鶏糞堆肥を組み合わせた低コスト施肥体系が、土壤理化学性、収量および樹体生育に及ぼす影響を調査した。

土壤 pH を調査したところ、単肥や鶏糞堆肥を組み合わせた施肥体系と慣行施肥体系の間に差はほとんどみられなかった。鶏糞堆肥には石灰成分が含まれているため土壤 pH を調整する役割があり（斎藤，2022），岡室ら（2015）は年間施肥量の 30%以上を梅調味廃液添加鶏糞堆肥で代替し‘南高’成木に 3 年間連用したところ、代替率が高いほど土壤 pH が適正範囲に近づいたことを報告している。しかし、本研究の単肥+鶏糞堆肥区では、試験開始 3~4 年目に慣行施肥区と同様に土壤 pH が 4.5 近くまで低下した。これは、本研究の単肥+鶏糞堆肥区は鶏糞堆肥による代替率が 15%と低かったためと考えられた。ウメの適正土壤 pH は 6.0~7.0（和歌山農林水産部，2019）とされている。pH4.0 と pH7.0 の土壤に根分け法で定植したウメの苗木では pH4.0 で根の生育が抑制される（和歌山県うめ対策研究会，2000），ウメは pH4.5 以下になると生育が著しく抑制される（小川，1985）との報告がある。そのため、今回検討したどの施肥体系でも石灰による pH の矯正が 3 年に 1 回程度必要となり、本研究における鶏糞堆肥の代替率では pH 矯正効果はないと判断した。

土壤中の無機態窒素含量，可給態リン酸含量，交換性カリウム含量，交換性カルシウム含量および交換性マグネシウム含量，腐植含有率は施肥体系の違いによる差がほとんどみられなかった。また，土壤の養分保持力（保肥力）は，腐植等の質と量で決まるとされている（壽松木，2002）。土壤中の腐植含有率は施肥体系の違いによる差がなかったことから，単肥や鶏糞堆肥を組み合わせた施肥体系は慣行施肥体系と土壤の養分保持力への影響が同等であると判断された。

樹体養分の指標として葉中無機成分含有率を調査したところ，窒素，リン，カリウム，カルシウムおよびマグネシウムについて試験期間を通じて施肥体系の違いによる差はみられなかったことから，樹体養分への影響はないと判断された。しかし，ウメ‘南高’葉の栄養診断基準（和歌山農林水産部，2019）を各試験区で試験期間中下回る事が多く，樹体養分が不足気味であると考えられた。本研究では，2020 年以外は各試験区とも想定した収量の 60kg/樹（1.5t/10a）を大きく上回る収量があった。着果量が多い樹では，果実への窒素寄与率が高くなり，葉や 1 年枝の窒素吸収量が減少し（未発表データ），葉中窒素含有率が低くなる（和歌山県うめ対策研究会，2000）ことが報告されている。本研究では果実に養分が多く分配され，施肥量が不足気味になった可能性が示唆された。今後は収量に応じて，施肥量を増減するなどの検討が必要である。

次に，果実収量について，単肥や鶏糞堆肥を組み合わせた施肥体系と慣行施肥体系の間に差がみられなかった。また，階級構成の大玉果率にも差がなかった。このことから，単肥や鶏糞堆肥を組み合わせた施肥体系は果実収量に影響がないと判断された。

樹体生育について，樹容積，幹周，幹肥大指数および徒長枝本数は試験期間を通じて施肥体系の違いによる差がほとんどなかったことから，単肥や鶏糞堆肥を利用した施肥体系は樹体生育に影響はないと判断された。このことは，有機配合肥料の代替として化成肥料や梅調味廃液添加鶏糞堆肥を使用してもウメの樹体生育に影響がないとする報告（岡室ら，2013，2015）と一致している。

以上のことから，単肥や鶏糞堆肥を組み合わせた施肥体系は，慣行施肥体系と比較して施肥コストを 43~45%削減が可能で，土壤理化学性や収量，樹体生育等が同等であることから，コスト低減技術として活用可能であると考えられた。ただし，本研究の鶏糞堆肥による代替率では pH 矯正効果はないため連年の施用により土壤 pH が低下した場合，慣行施肥体系と同様に石灰による pH の矯正

が必要となる。また、収量が多い場合は施肥量を増減するなどの検討が必要である。

摘 要

近年、国内の肥料価格が上昇傾向であり、施肥の低コスト化が望まれている。そこで、安価な単肥や鶏糞堆肥を組み合わせた低コスト施肥体系が慣行施肥体系の代替として活用できるかを調査した。試験区として、単肥区、単肥＋鶏糞堆肥区および慣行施肥区を設定した。単肥や鶏糞堆肥を組み合わせた低コスト施肥体系は、土壤理化学性や収量、樹体生育等を調査したところ、いずれの試験区でも同等であるから代替として活用可能であると考えられた。また、コスト削減効果については、慣行施肥区と比較して単肥区は 45%、単肥＋鶏糞堆肥区は 43%と十分なコスト削減効果があると判断された。ただし本研究の鶏糞堆肥による代替率では pH 上昇効果はないため連年の施用により土壤 pH が低下した場合、慣行施肥体系と同様に石灰による pH の矯正が必要となる。また、収量が多い場合は施肥量を増減するなどの検討が必要である。

引用文献

- 熊代克巳・建石繁明. 1967. 緩効性窒素を含む高度複合肥料と単肥配合のナシに対する肥効の相違. 信州大農学部紀要. 4 巻 2 号 : 133-139.
- 農林水産省. 2022. 肥料をめぐる情勢. <https://www.maff.go.jp/j/seisan/sien/sizai/s_hiryo/attach/pdf/index-7.pdf>.
- 小川正毅. 1985. 果樹・種類別の施肥技術. ウメ. pp. 585-588. 農業技術大系. 土壤施肥編 6-②. 農文協. 東京.
- 岡室美絵子・城村徳明・大江孝明・中西慶. 2013. ウメ樹に対する化成肥料および有機配合肥料施用の比較と石灰施用の効果. 和歌山農林水産研報. 1 : 103-112.
- 岡室美絵子・城村徳明・前田恵助・福島学・小松希・橋本真穂. 2015. 梅調味廃液添加鶏糞堆肥のウメへの施用効果. 和歌山農林水産研報. 3 : 91-105.
- 斎藤毅. 2022. 肥料屋からもひと言 鶏糞栽培は緑肥をかませるべし. 現代農業. 3 月号 : 67.
- 壽松木章. 2002. 土壤管理. 土壤生産力. pp. 248-253. 間苧谷徹ら著. 新編果樹園芸学. 化学工業日報社. 東京.
- 高辻豊二. 2008. 肥料価格の高騰とコスト削減対策(1). 果実日本. 63 : 74-78.
- 和歌山県農林水産部. 2018. ウメ栽培の低コスト化技術の開発. 研究成果集. pp. 11-12.
- 和歌山県農林水産部. 2019. 土壤肥料対策指針(改訂版). pp. 78-79.
- 和歌山県うめ対策研究会. 2000. ウメ生育不良の原因解明と対策技術への提言. pp. 57. 84-88.