

## 梅調味廃液添加鶏糞堆肥のウメへの施用効果

岡室美絵子・城村徳明<sup>1</sup>・前田恵助<sup>2</sup>・福島 学<sup>3,4</sup>・小松 希<sup>3</sup>・橋本真穂<sup>5</sup>

和歌山県果樹試験場うめ研究所

### Effect of Application of Poultry Manures Compost Dored with Waste Liquid Preparation of Pickled Japanese Apricot on Growth of Japanese Apricot Tree

Mieko Okamuro, Noriaki Jomura<sup>1</sup>, Keisuke Maeda<sup>2</sup>, Manabu Fukushima<sup>3,4</sup>, Nozomi Komatsu<sup>3</sup> and Maho Hashimoto<sup>5</sup>

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

### 緒 言

和歌山県は全国一のウメの生産地であり、2014年の収穫量は71,400tで、全国生産量の64%を占めている。県内で生産されたウメの7~8割が県内で梅干しに加工される。ウメ果実を塩漬けして干したものは「白干し梅」とよばれ、梅干し加工業者において味付けすることで様々な「調味梅干し」に加工して販売されるものが多い。梅干し加工業者で味付けに用いる梅調味液は、使用後に「梅調味廃液」となり多量に発生する。梅調味廃液は産業廃棄物として処理しなくてはならず、その量は和歌山県全体で年間約1万tにのぼるため、その有効利用法が求められている。

一方、和歌山県内のプロイラー農家からは年間約2万tの鶏糞が排出され、一部は堆肥として流通しているが、臭気が強い、成分が安定しないなどの理由で利用はあまり進んでいない。また、堆肥化の過程で発生するアンモニアガスによる臭気も強く作業環境に及ぼす影響が問題となっている。

そこで、酸性である梅調味廃液を鶏糞堆肥作成過程で添加することでアンモニアが中和され発生量を抑制できるのではないかと、という観点から、当県の農業試験場、畜産試験場、養鶏研究所およびうめ研究所が臭気を抑制する鶏糞堆肥の製造技術を検討した。その結果、梅調味廃液を鶏糞重量の5%添加し、さらに副資材として第一リン酸アンモニウム（以下、第一燐安）を鶏糞重量の2.5%添加することで堆肥化期間中のアンモニア気散量が低減され、完成した鶏糞堆肥の窒素含有率が増加することが明らかとなった。

この梅調味廃液添加鶏糞堆肥（以下、梅調鶏糞）をウメに肥料として施用する技術が確立すれば、ウメ、養鶏産業から出る副産物の地域内利用が可能となる。そこで、ウメ幼木の生育に好適な梅調鶏糞の施肥技術の確立およびウメ成木への連用効果の確認のため試験を行った。それと同時に、梅調鶏糞は通常の方法で作成された鶏糞堆肥に比べて塩分の含有率が高いため、塩がウメ樹体に及ぼす影響を確認するため、ウメの耐塩性についての検討と、梅調鶏糞を表層施用した場合の窒素成分溶出速度についての検討を行ったので、併せて報告する。

<sup>1</sup>現在：経営支援課

<sup>2</sup>：畜産試験場

<sup>3</sup>：畜産試験場養鶏研究所

<sup>4</sup>現在：畜産課

<sup>5</sup>：農業試験場

## 材料および方法

### 試験1 梅調鶏糞からの窒素溶出特性

褐色森林土を詰めて屋外に設置したプランターの地表面に、鶏糞堆肥を5g入れた不織布袋を設置し、10, 20, 30, 60, 90日後に各区3袋ずつ回収し、窒素残量を調査した。鶏糞堆肥は、第1表に示した梅調鶏糞A, BおよびC, 普通鶏糞AおよびBを供試した。梅調鶏糞Aおよび普通鶏糞Aは2011年5月10日から、梅調鶏糞BおよびC, 普通鶏糞Bは同年10月3日から試験を開始した。窒素溶出率は有機元素分析装置（ジェイ・サイエンス・ラボ社, マイクロコーダーJM1000CN）で測定し得られた窒素（N）含有率から算出した。

第1表 試験に使用した鶏糞の成分

鶏糞の種類	製造年月	成分（現物%）						梅調味廃液添加量	その他
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	NaCl		
梅調鶏糞	A 2011.3月	1.5	1.9	2.2	2.4	0.8	8.7	10%	
	B 2011.9月	2.0	0.5	1.5	7.9	0.6	2.9	10%	
	C 2011.9月	2.7	0.3	1.4	7.6	0.5	0.7	10%	硫黄2%
	D 2012.7月	2.5	5.6	3.0	4.2	1.0	2.0	5%	第一燐安5%
	E 2012.3月	3.0	5.8	2.8	2.7	0.9	1.7	5%	第一燐安5%
	F 2012.3月	2.4	2.8	3.2	3.3	1.0	1.9	5%	
普通鶏糞 <sup>z</sup>	A 2011.3月	1.9	3.7	3.7	4.3	1.4	1.9		
	B 2011.9月	2.0	1.0	1.7	10.7	0.7	0.8		
	C 2012.3月	2.3	2.9	3.2	3.2	1.0	1.0		

z: 梅調味廃液を添加せずに堆肥化した鶏糞堆肥

### 試験2 幼木への施用効果

容量60Lのポットに定植された2年生（2012年3月時点）‘南高’を供試し、梅調鶏糞E区、梅調鶏糞F区、普通鶏糞区および有機配合区を設けた。梅調鶏糞Eは第一燐安を5%添加したものの、梅調鶏糞Fは添加しないものであり、普通鶏糞は普通鶏糞Cを用いた。それぞれの成分量は第1表の通りである。それぞれの鶏糞区において施肥窒素量の100%を鶏糞で施用する100%区と、50%分を鶏糞で施用し、残りを硫安で施用する50%区を設けた。鶏糞の100%区は4反復、50%区は3反復、有機配合区は4反復とした。各区の年間施用成分量を第2表の通りとし、2012年3月27日、5月14日、7月10日、9月19日にそれぞれ年間施用量の1/4ずつ施用した。鶏糞の施用量について、肥効率を窒素60%、リン酸80%、カリ90%として計算した。

2012年8月17日に中果枝（10~20cm）の中位葉を各樹10枚ずつ採取し、自動面積計（林電工株式会社, AAM-8）で葉面積を測定し、葉緑素計（コニカミノルタ株式会社, SPAD-502）でSPAD値を測定した。その後80℃で通風乾燥し粉碎した。葉中窒素については有機元素分析装置（試験2と同じ）で測定し、リン（P）、カリウム（K）、カルシウム（Ca）、マグネシウム（Mg）、Naについては試料を乾式灰化（180℃2時間、580℃5時間）により分解し、Pはバナドモリブデン酸法で、K, Ca, Mg, Naは原子吸光法（サーモエレクトロン社, SOLAAR AA）で測定した。

接ぎ木部上 15cm の幹径を 2012 年 3 月 12 日および 10 月 30 日に測定し、3 月 12 日の幹径を 100 としたときの 10 月 30 日の値を幹肥大指数とした。10 月 31 日に新梢数、総新梢長を測定し、当年枝、2 年枝、幹、根幹、根に分解し洗浄後 80℃で通風乾燥し、器官別の乾物重を調査した。土壌を 2012 年 5 月 11 日および 10 月 30 日に各ポット 1 か所から採取し、同試験区の土壌を混合した。土壌理化学性は常法により測定した。土壌中 Na 含有量は酢酸アンモニウム溶液で抽出し原子吸光法で測定した。

### 試験 3 成木への連年施用効果

2011 年 3 月から、うめ研究所内緩傾斜園(褐色森林土)に植栽の‘南高’10 年生樹を供試して 3 年間試験を行った。試験区は、年間施肥量の全てを梅調鶏糞で施用する 100%区 (4 樹)、礼肥および元肥を梅調鶏糞で施用し、年間施用窒素量の 70%を梅調鶏糞で代替する 70%区 (4 樹)、元肥を梅調鶏糞で施用し、年間施用窒素量の 30%を梅調鶏糞で代替する 30%区 (5 樹)、年間施肥量の全てを有機配合肥料で施用する 0%区 (4 樹) の 4 区とした。

3 年間の施肥資材および施肥量は第 3 表のとおりで、梅調鶏糞 A, C, D, E の成分は第 1 表のとおりである。なお、梅調鶏糞の肥効率を窒素 50% (2012 年のみ 60%)、リン酸 80%、カリ 90%として有効成分量を計算した。2011 年は実肥 1 を 4 月 7 日、実肥 2 を 5 月 6 日、礼肥を 7 月 7 日、元肥を 9 月 28 日に施用した。2012 年は実肥 1 を 4 月 10 日、実肥 2 を 5 月 14 日、礼肥を 6 月 27 日、元肥を 9 月 20 日に施用した。2013 年は実肥を 4 月 8 日、礼肥を 7 月 12 日、元肥を 10 月 10 日に施用した。なお、いずれの肥料、鶏糞堆肥も表面施用とした。雑草は適時刈り払い機で刈り取り、その他の栽培管理は慣行通り行った。

供試樹の樹冠外周部の土壌を 2011 年 4 月 5 日、5 月 6 日、7 月 4 日、9 月 16 日、11 月 8 日、2012 年 4 月 9 日、5 月 10 日、6 月 27 日、9 月 20 日、11 月 5 日、2013 年 4 月 5 日、6 月 14 日、10 月 7 日、11 月 28 日に採取し、常法により土壌中無機態窒素含量を測定した。毎年 11 月に採取した土壌は常法により土壌理化学性を測定した。Na 含有量は試験 2 と同じ方法で測定し、腐植含有率は CN コーダー法で測定した。土壌は各樹 1 か所から採取し、同試験区の土壌を混合した。

供試樹 1 本につき 1 側枝の着果数を 4 月下旬 (4 月 26~27 日) および 5 月下旬 (5 月 22 日~6 月 7 日) に調査し、4 月下旬の着果数に対する 4 月下旬から 5 月下旬までに落果した果実の割合を生理落果率とした。収量について、2011 年は 6 月 15 日に外周部、6 月 27 日に樹冠内部の果実を収穫し、その合計を収量とした。2012 年は 6 月 14 日、2013 年は 6 月 12 日の青果収穫適期に全果実を収穫し、全収量を求めた。2013 年の収量について、2013 年 11 月に計測した樹冠占有面積 1 m<sup>2</sup>あたりの収量

第2表 幼木試験における各試験区の年間施肥量

代替率	資材	有効成分量(g) <sup>z</sup>		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
100%区	梅調鶏糞E	70	136	65
	合計	70	180	98
50%区	梅調鶏糞E	36	70	34
	硫安	36	0	0
	合計	72	93	51
100%区	梅調鶏糞F	70	80	91
	合計	70	106	136
50%区	梅調鶏糞F	36	41	47
	硫安	36	0	0
	合計	72	55	71
100%区	普通鶏糞C	70	87	96
	合計	70	116	144
50%区	普通鶏糞C	36	45	50
	硫安	36	0	0
	合計	72	60	74
有機配合	有機配合肥料	72	43	52
	硫加	0	0	12
	合計	72	43	64

z: 鶏糞の肥効率を全てN:60%、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:80%、K<sub>2</sub>O:90%として算出した。

を求めた。

樹容積および徒長枝発生本数は、いずれの年も11月に調査した。樹容積は7かけ法〔長径×短径×(樹高-第一主枝までの高さ)×0.7〕で算出した。2011年11月の樹容積を100としたときの2013年11月の値を樹容積拡大指数とした。徒長枝発生本数は50cm以上の1年生枝本数を調査し、樹冠占有面積1㎡あたりの本数を求めた。

2013年の6月12日に収穫した2L階級の果実から平均的な果実を1樹あたり10果ずつ採取し、種を除いた果肉(果皮を含む)を10果からほぼ均等に合計約50g取り、80℃で通風乾燥した後、粉碎した。同年8月20日に中果枝の中位葉を各樹10枚ずつ採取し、11月7日に直径2mm以下の細根を採取し、11月15日に中果枝を採取した。これらを全て80℃で通風乾燥した後粉碎し、試験2の葉と同じ方法で、N、P、K、Ca、Mg、Na含有率を測定した。

#### 試験4 ウメの耐塩性試験

原液のNaCl濃度が8.7%の梅調味廃液を用いて、NaCl濃度が8.7%(原液)、6%、4%、2%、1%となるように水で希釈した液および、NaClを用いて同じくNaCl濃度が8.7%、6%、4%、2%、1%となるよう調整したNaCl溶液を調整した。2010年9月22日に容積1Lのポリポットに播種し育成した‘南高’実生苗(約30cm)を同年11月2日にうめ研究所内温室に設置し、上記NaCl濃度に調整した梅調味廃液およびNaCl溶液を11月2日、5日、9日、12日、16日および19日に1本あたり30ml

第3表 連用試験の施用資材と施用量

	資材	施用成分量(g/樹)		
		N	P	K
2011年	実肥1 梅調鶏糞A	120	152	176
	実肥2 〃	120	152	176
	礼肥 〃	320	405	469
	元肥 梅調鶏糞C	240	25	128
	有効成分量合計 <sup>Z</sup>	400	587	854
100%区 2012年	実肥1 梅調鶏糞E	201	389	188
	実肥2 〃	201	389	188
	礼肥 〃	536	1,037	501
	元肥 〃	402	778	375
	有効成分量合計	804	2,074	1,127
2013年	実肥 梅調鶏糞D	480	1,075	576
	礼肥 〃	640	1,434	768
	元肥 〃	480	1,075	576
	有効成分量合計	800	2,867	1,728
2011年	実肥1 有機配合	120	120	120
	実肥2 〃	120	120	120
	礼肥 梅調鶏糞A	320	405	469
	元肥 梅調鶏糞C	240	25	128
	有効成分量合計	520	584	777
70%区 2012年	実肥1 有機配合	120	72	84
	実肥2 〃	120	72	84
	礼肥 梅調鶏糞E	536	1,037	501
	元肥 〃	402	778	375
	有効成分量合計	803	1,596	956
2013年	実肥 有機配合	240	171	171
	礼肥 梅調鶏糞D	640	1,434	768
	元肥 〃	480	1,075	576
	有効成分量合計	800	2,178	1,381
2011年	実肥1 有機配合	120	120	120
	実肥2 〃	120	120	120
	礼肥 〃	320	320	320
	元肥 梅調鶏糞C	240	25	128
	有効成分量合計	680	580	675
30%区 2012年	実肥1 有機配合	120	72	84
	実肥2 〃	120	72	84
	礼肥 〃	320	192	224
	元肥 梅調鶏糞E	402	778	375
	有効成分量合計	801	958	730
2013年	実肥 有機配合	240	171	171
	礼肥 〃	320	229	229
	元肥 梅調鶏糞D	480	1,075	576
	有効成分量合計	800	1,260	918
2011年	実肥1 有機配合	120	120	120
	実肥2 〃	120	120	120
	礼肥 〃	320	320	320
	元肥 〃	240	240	240
	有効成分量合計	800	800	800
0%区 2012年	実肥1 有機配合	120	72	84
	実肥2 有機配合	120	72	84
	礼肥 〃	320	192	224
	元肥 〃	240	144	168
	有効成分量合計	800	480	704
2013年	実肥 有機配合	240	171	171
	礼肥 〃	320	229	229
	元肥 〃	240	171	171
	有効成分量合計	800	571	571

z: 鶏糞肥効率はN:50% (2012年のみ60%), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:80%, K<sub>2</sub>O:90%として算出した

ずつ土壤に散布した。対照として水道水区を設けた。各区5樹ずつ供試した。

新梢伸長停止日を随時調査し、12月7日に全新梢長および樹体の枯死率を調査した。12月10日に樹体を掘り上げ解体し、新梢および根の乾物重を測定した。同時に新梢、葉および根の一部を採取し、乾燥粉碎後乾式灰化(180°C2時間, 580°C5時間)により分解し、原子吸光法でナトリウム(Na)含有率を測定した。掘り上げ時に土壤を採取し、風乾土を酢酸アンモニウム溶液で抽出し原子吸光法で土壤中Na含有量を求めた。

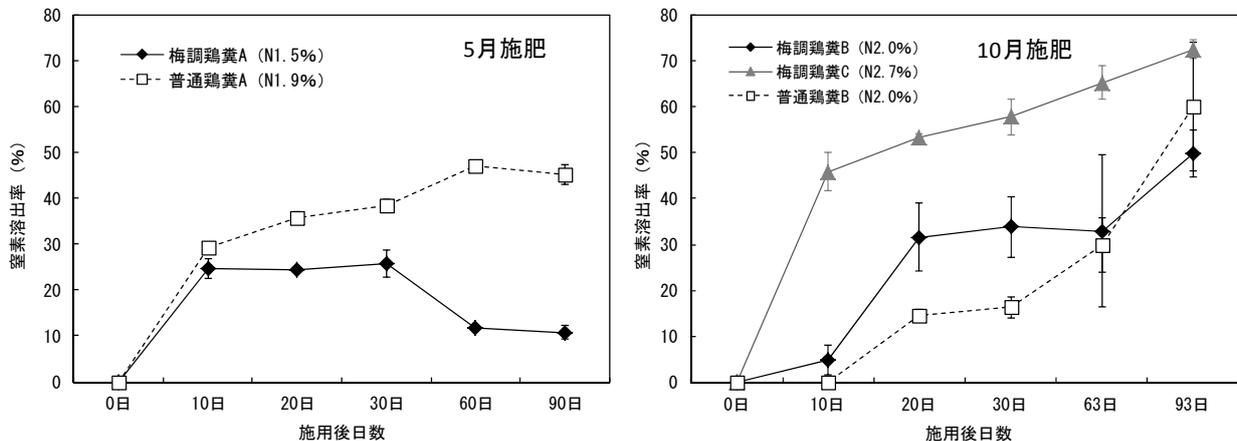
### 試験5 梅調鶏糞の溶脱特性

鶏糞堆肥は第1表に示した梅調鶏糞Dおよび普通鶏糞Cを供試し、梅調鶏糞D区および普通鶏糞C区の各区3反復とした。褐色森林土を充てんしたワグネルポット(1/2000a)を雨よけハウス内に設置し、20mm相当量(1L)の水道水を2012年10月4日、5日、10日にかん水した。10月12日に、乾燥させた梅調鶏糞Dを70.6g、普通鶏糞Cを75.0gずつ(窒素成分2.4g)表面施用し、10月12日、22日、11月3日に20mm相当量の水道水をかん水した。各かん水後に浸透水を採取し、硝酸イオン(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)およびリン酸イオン(HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)濃度をイオンクロマトグラフ法(DIONEX,IC25)により測定し、K<sup>+</sup>、Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>、Na<sup>+</sup>濃度を原子吸光法で測定した。

## 結果

### 試験1 梅調鶏糞からの窒素溶出

5月施肥では窒素の溶出は緩やかで、梅調鶏糞Aの施用30日後の溶出率は26%でその後低下し、普通鶏糞Aの30日後の溶出率は38%、90日後の溶出率は45%であった(第1図)。10月施肥では、93日後の溶出率が梅調鶏糞Bで50%、梅調鶏糞Cで73%、普通鶏糞Bで60%であった。



第1図 梅調味廃液鶏糞と完熟鶏糞の表層施用時における窒素溶出率の推移(左:5月施肥, 右:10月施肥)  
注) 図中縦棒は標準誤差(n=3)を示す

### 試験2 幼木への施用効果

8月の葉中無機成分含有率について、有機配合区と比較して、梅調鶏糞Eは両代替区のP、Caおよび100%区のKの含有率が高かった(第4表)。梅調鶏糞Fでは両代替区のNが低く、50%区のP、100%区のKおよび両代替区のCaが高かった。普通鶏糞区では100%区のNが低く、50%区の

第4表 幼木試験における葉中無機成分含有率 (単位: 乾物%)

試験区	代替率	N	P	K	Ca	Mg	Na
梅調鶏糞E	100%区	3.19 ns <sup>z</sup>	0.20 **	4.49 **	1.04 *	0.42 ns	0.08 ns
	50%区	3.19 ns	0.22 *	3.82 ns	0.99 *	0.44 ns	0.10 ns
梅調鶏糞F	100%区	2.68 **	0.14 ns	4.93 **	1.11 **	0.45 ns	0.11 ns
	50%区	3.03 **	0.17 **	4.28 ns	1.04 *	0.45 ns	0.07 ns
普通鶏糞	100%区	2.82 **	0.16 ns	5.13 *	1.04 *	0.40 ns	0.09 ns
	50%区	2.91 ns	0.17 **	4.44 **	1.05 *	0.42 ns	0.09 ns
有機配合区		3.14 -	0.15 -	3.89 -	0.76 -	0.38 -	0.08 -

z: \*\*, \*はt検定によって有機配合区に対してそれぞれ1および5%水準で有意差あり, nsは有意差なし (n=4)

第5表 幼木試験における各区の樹体成長

	代替率	葉面積 (cm <sup>2</sup> )	SPAD値	幹肥大 指数	新梢数 (本)	総新梢長 (cm)
梅調鶏糞E	100%区	16.3 ns	50.7 ns	162 ns	88 ns	4,055 ns
	50%区	15.4 ns	51.2 ns	162 ns	86 ns	4,482 ns
梅調鶏糞F	100%区	15.4 ns	44.6 **	168 ns	86 ns	3,251 **
	50%区	15.9 ns	50.2 ns	170 ns	84 ns	4,161 ns
普通鶏糞	100%区	16.2 ns	46.3 *	153 ns	88 ns	3,058 *
	50%区	16.2 ns	49.5 ns	167 ns	83 ns	4,218 ns
有機配合区		16.3 -	51.1 -	163 -	91 -	4,010 -

z: \*\*, \*はt検定によって有機配合区に対してそれぞれ1および5%水準で有意差あり, nsは有意差なし (n=4)

第6表 幼木試験における各区の器官別乾物重

	代替率	当年枝 (g)	2年枝 (g)	幹 (g)	根幹 (g)	根 (g)	地上部 (g)	地下部 (g)
梅調鶏糞E	100%区	764 ns	324 ns	149 *	205 ns	281 **	1,236 ns	485 **
	50%区	859 *	338 ns	162 ns	221 ns	463 ns	1,359 **	684 *
梅調鶏糞F	100%区	647 ns	335 ns	160 ns	241 ns	413 *	1,143 ns	654 ns
	50%区	798 ns	363 *	170 ns	243 ns	415 ns	1,331 *	658 ns
普通鶏糞	100%区	539 ns	281 ns	139 ns	161 ns	244 **	960 ns	404 **
	50%区	871 ns	368 ns	177 ns	243 ns	480 ns	1,416 ns	724 ns
有機配合区		720 -	312 -	161 -	241 -	565 -	1,193 -	806 -

z: \*\*, \*はt検定によって有機配合区に対してそれぞれ1および5%水準で有意差あり, nsは有意差なし (n=4)

第7表 幼木試験における各区の土壌理化学性

	代替率	pH	EC	無機態N	可給態リン酸	交換性塩基			Na	
		(H <sub>2</sub> O)	(mS/cm)	(mg/100g乾土)	(mg/100g乾土)	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	(mg/100g乾土)	
5月11日	梅調鶏糞E	100%区	5.37	0.11	3.9	6	64	107	28	9.0
		50%区	5.00	0.24	12.7	7	63	95	33	6.5
	梅調鶏糞F	100%区	5.64	0.10	0.7	3	65	109	31	14.5
		50%区	5.12	0.19	7.7	3	61	100	39	8.9
	普通鶏糞	100%区	5.57	0.11	1.9	2	67	113	38	8.7
		50%区	5.18	0.11	3.2	2	62	105	19	3.3
有機配合区		4.99	0.40	14.2	3	64	105	48	5.4	
10月30日	梅調鶏糞E	100%区	5.20	0.21	5.8	65	105	87	99	6.5
		50%区	4.77	0.34	1.1	39	104	85	42	7.7
	梅調鶏糞F	100%区	7.21	0.16	0.6	46	173	132	92	4.4
		50%区	5.84	0.11	0.3	25	124	79	59	4.8
	普通鶏糞	100%区	6.97	0.25	4.8	60	116	124	190	7.3
		50%区	5.25	0.35	0.2	19	119	83	60	4.8
有機配合区		4.28	0.22	8.4	26	48	30	72	1.9	

P, 両代替区の K および Ca で高かった。

葉面積は有機配合区と比較して差は見られなかった（第 5 表）。SPAD 値は、梅調鶏糞 F および普通鶏糞の 100%区で低かった。幹肥大指数および新梢数については差が見られなかったが、総新梢長は梅調鶏糞 F および普通鶏糞の 100%区で短くなった。

解体時の器官別乾物重について、梅調鶏糞 E では有機配合区と比較して 50%区の当年枝および地上部合計重で重く、100%区の幹、根および両代替区の地下部合計重で軽かった（第 6 表）。梅調鶏糞 F では 50%区の 2 年枝および地上部合計重で重く、100%区の根で軽かった。普通鶏糞では 100%区の根および地下部で軽かった。

土壤理化学性について、pH はいずれの鶏糞区においても有機配合区より高く、50%区に比べて 100%区が高かった（第 7 表）。無機態窒素含有量はいずれの鶏糞区においても有機配合区より少ない傾向であり、5 月では 50%区で多くなる傾向であったが、10 月では 100%区で多くなる傾向であった。可給態リン酸は 5 月では処理による差はみられなかったが、10 月ではいずれの鶏糞区でも 100%区が 50%区および有機配合区より高かった。交換性塩基類は 5 月ではいずれの鶏糞区も有機配合区と大きな差はなかったが、10 月では交換性石灰と交換性苦土で有機配合区より鶏糞区が高い傾向となった。Na は 5 月では代替率が高いほど多くなる傾向であった。10 月ではいずれの鶏糞区も有機配合区より高かったが、代替率の違いによる傾向は見られなかった。

### 試験 3 成木への連年施用効果

土壤理化学性について、pH は 100%区および 70%区が高くなる傾向であった（第 8 表）。可給態リン酸は 2012 年から 30~100%区が 0%区に比べて高くなる傾向を示し、100%区は 2012 年以降、30%区は 2013 年に 50mg/100g 以上となった。交換性石灰含量は代替率が高い区ほど高くなる傾向を示し、2013 年の 100%区で最も高く 246mg/100g であった。Na は 0%区に比べて梅調鶏糞を施用した区で高い傾向を示し、最も多い 2011 年の 100%区で 6.9mg/100g であった。連用 3 年目における腐植含有率は 0%区に比べて梅調鶏糞を施用した区で高くなり、30%区で 3.0%と最も高くなった。無機態窒素含量は、試験区間に明確な差は見られなかった（第 2 図）。

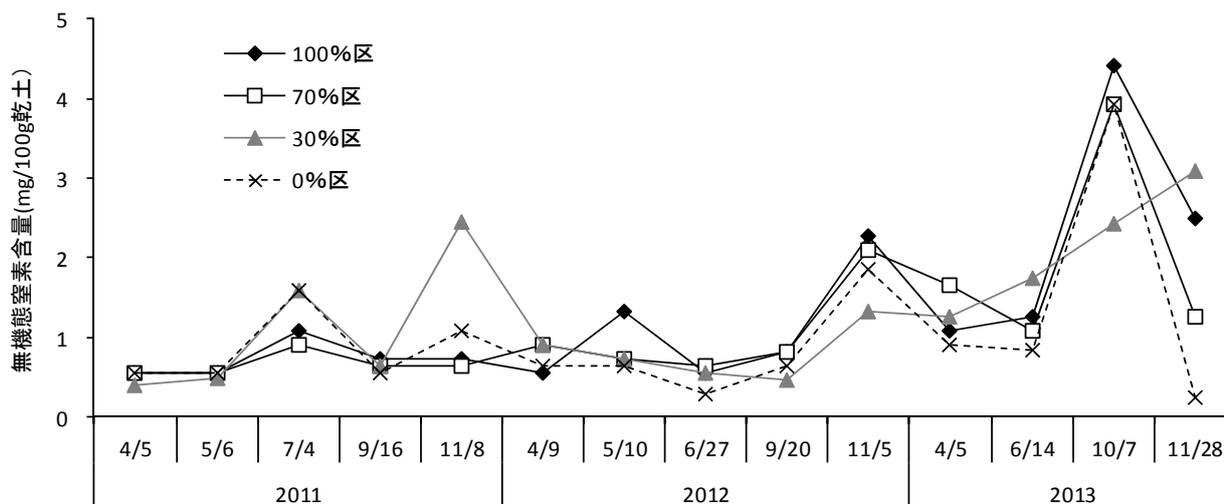
4 月下旬からの生理落果率は 0%区と比較して差は見られなかった（第 9 表）。1 樹あたり収量は 2011 年および 2012 年では 0%区と比べて差はなく、2013 年は 30%区が 0%区より少なかったが、樹冠占有面積あたり収量では差が認められなかった。

第 8 表 連用試験における土壤理化学性の推移

		pH (H <sub>2</sub> O)	可給態リン酸 (mg/100g 乾土)	交換性塩基 (mg/100g 乾土)			Na (mg/100g 乾土)	腐植 (%)
				CaO	MgO	K <sub>2</sub> O		
2011 年	100% 区	6.28	7	158	71	36	6.9	
	70% 区	6.72	22	190	68	32	2.9	
	30% 区	5.96	29	187	70	39	2.4	
	0% 区	5.84	9	130	76	33	1.1	
2012 年	100% 区	5.88	78	186	68	51	4.1	
	70% 区	5.77	45	166	56	58	3.5	
	30% 区	5.53	34	171	48	35	1.5	
	0% 区	5.18	29	151	59	36	2.4	
2013 年	100% 区	6.50	84	246	69	45	6.1	2.4
	70% 区	6.13	46	198	58	35	5.4	1.8
	30% 区	5.30	57	201	50	47	5.4	3.0
	0% 区	5.71	10	116	69	18	1.7	0.8

樹容積は2010年では70%区が、2011年では100%区が0%区に比べて小さかったが、2013年では差が見られず、2010年から2013年にかけての樹容積拡大指数は100%区および70%区が0%区に比べて大きかった(第10表)。徒長枝発生本数は2011年では100%区および70%区が0%区に比べて少なかったが、2012年以降は差が見られなかった。

連用3年目における果実および葉中無機成分含有率はいずれの成分においても0%区と比較して差が見られなかった(第11表)。細根では100%区および70%区のN含有率と100%区のMg含有率が0%区より高かった。中果枝では100%区および70%区のN含有率と30%区のNa含有率が0%区より高かった。



第2図 連用試験における土壌中無機態窒素含量の推移

第9表 連用試験における生理落果率と収量

	生理落果率 <sup>z</sup> (%)			収量 (kg/樹)			収量 (kg/m <sup>2</sup> ) <sup>y</sup>
	2011年	2012年	2013年	2011年	2012年	2013年	2013年
100%区	33 ns <sup>x</sup>	19 ns	42 ns	10.9 ns	12.5 ns	28.4 ns	1.1 ns
70%区	30 ns	10 ns	31 ns	9.5 ns	11.0 ns	30.6 ns	1.3 ns
30%区	19 ns	22 ns	30 ns	10.2 ns	12.8 ns	26.0 *	1.1 ns
0%区	34 -	17 -	33 -	12.4 -	14.8 -	32.8 -	1.3 -

z: 4月下旬の着果数のうち5月下旬までに落果した果数の割合

y: 樹冠占有面積1m<sup>2</sup>あたり収量

x: \*はt検定によって0%区に対して5%水準で有意差あり, nsは有意差なし(n=4~5)

第10表 連用試験における樹容積の拡大と徒長枝発生本数

	樹容積(m <sup>3</sup> ) <sup>z</sup>			樹容積 拡大指数 <sup>y</sup>	徒長枝発生本数(本/m <sup>2</sup> ) <sup>x</sup>		
	2010	2011	2013		2011	2012	2013
100%区	30 ns <sup>w</sup>	42 *	75 ns	255 *	3.3 *	13.4 ns	8.5 ns
70%区	23 **	44 ns	71 ns	315 *	3.8 *	12.6 ns	8.3 ns
30%区	35 ns	48 ns	68 ns	205 ns	7.4 ns	12.6 ns	7.8 ns
0%区	42 -	59 -	79 -	190 -	6.4 -	13.0 -	8.5 -

z: それぞれの年の11月に測定

y: 2010年11月の樹容積を100としたときの2013年11月の値

x: 樹冠占有面積1m<sup>2</sup>あたりの50cm以上の新梢発生本数

w: \*\*, \*はt検定によって0%区に対してそれぞれ1および5%水準で有意差あり, nsは有意差なし(n=4~5)

第11表 連用試験における器官中無機成分含有率<sup>z</sup> (単位：%)

		N	P	K	Ca	Mg	Na
果実	100%区	1.72 ns <sup>y</sup>	0.28 ns	3.00 ns	0.08 ns	0.11 ns	0.066 ns
	70%区	1.64 ns	0.28 ns	3.11 ns	0.08 ns	0.11 ns	0.050 ns
	30%区	1.77 ns	0.29 ns	3.09 ns	0.07 ns	0.11 ns	0.068 ns
	0%区	1.72 -	0.29 -	3.03 -	0.07 -	0.12 -	0.050 -
葉	100%区	2.52 ns	0.14 ns	4.70 ns	1.86 ns	0.39 ns	0.074 ns
	70%区	2.56 ns	0.14 ns	4.70 ns	1.86 ns	0.38 ns	0.076 ns
	30%区	2.54 ns	0.15 ns	4.64 ns	1.79 ns	0.40 ns	0.078 ns
	0%区	2.51 -	0.14 -	4.45 -	1.69 -	0.40 -	0.086 -
細根	100%区	2.52 *	0.34 ns	0.30 ns	0.38 ns	0.12 **	0.060 ns
	70%区	2.47 *	0.31 ns	0.27 ns	0.30 ns	0.09 ns	0.038 ns
	30%区	2.46 ns	0.31 ns	0.26 ns	0.33 ns	0.09 ns	0.044 ns
	0%区	2.07 -	0.29 -	0.29 -	0.28 -	0.08 -	0.037 -
中果枝	100%区	2.54 **	0.32 ns	0.65 ns	1.94 ns	0.37 ns	0.043 ns
	70%区	2.28 *	0.29 ns	0.63 ns	2.03 ns	0.35 ns	0.056 ns
	30%区	2.20 ns	0.29 ns	0.57 ns	1.85 ns	0.34 ns	0.061 *
	0%区	2.06 -	0.29 -	0.59 -	1.92 -	0.39 -	0.045 -

z：いずれも2013年（連用3年目）の、果実は6月12日、葉は8月20日、細根は11月7日、中果枝は11月15日採取

y：\*\*、\*はt検定によって0%区に対してそれぞれ1および5%水準で有意差あり、nsは有意差なし(n=4~5)

#### 試験4 ウメの耐塩性試験

新梢伸長停止日数は梅調味廃液 8.7%区、6%区および4%区で22日、NaCl溶液 8.7%区で7日、6%区で14日、4%区で22日であった。一方、梅調味廃液 2および1%区、NaCl溶液 2区および1%区および水道水区では調査終了時まで新梢伸長は停止しなかった（第12表）。新梢長は、水道水区に比べて梅調味廃液とNaCl溶液の8.7%区、6%区および4%区で短くなった。枯死率は、梅調味廃液 8.7%区で80%、NaCl溶液 8.7区および6%区で100%、4%区で40%であった。

解体時の乾物重は、新梢、根ともに水道水区と比べて他のいずれの区も軽く、塩分濃度が濃いほど軽い傾向であった（第3図）。同じ塩分濃度の梅調味廃液とNaCl溶液を比較すると、新梢は同程度であったが根は梅調味廃液区で重い傾向であった。

器官別Na濃度は、水道水区と比べて他のいずれの区も高く、塩分濃度が濃いほど高い傾向であった（第4図）。同じ塩分濃度で梅調味廃液とNaCl溶液を比較すると、根は同程度の濃度であったが新梢と葉はNaCl溶液各区で高い傾向であった。

土壌中のNa含有量は、水道水区と比べて他のいずれの区も高く、塩分濃度が濃いほど多くなった（第5図）。同じ塩分濃度で梅調味廃液とNaCl溶液を比較すると、梅調味廃液各区で含有量が多い傾向であった。

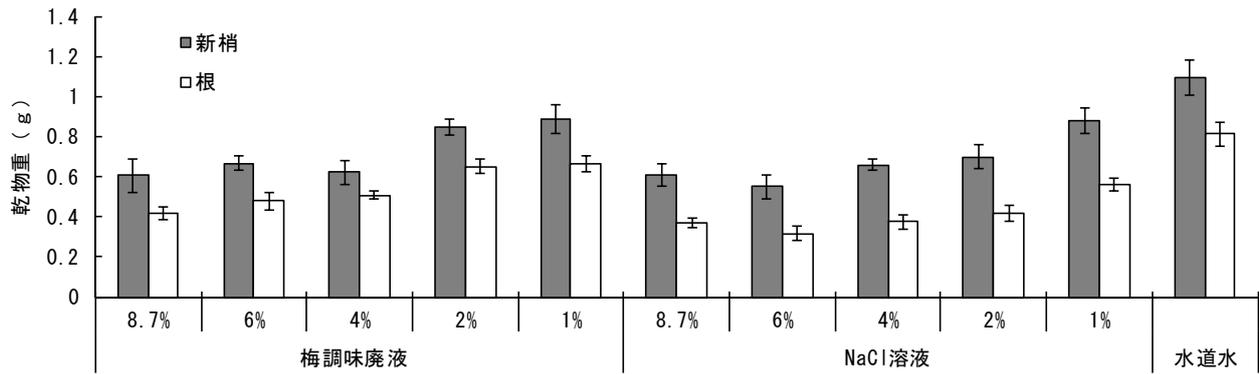
第12表 濃度の異なる梅調味廃液、NaCl溶液散布と樹体成長

		新梢伸長 停止日数 <sup>z</sup> (日)	新梢長 (cm)	枯死率 <sup>y</sup> (%)
梅調味廃液	8.7%区	22	34.6 ** <sup>x</sup>	80
	6%区	22	38.2 *	0
	4%区	22	35.6 **	0
	2%区	—	42.2 ns	0
	1%区	—	43.2 ns	0
NaCl溶液	8.7%区	7	32.8 **	100
	6%区	14	33.6 **	100
	4%区	22	38.2 *	40
	2%区	—	39.4 ns	0
	1%区	—	43.0 ns	0
水道水区	—	—	48.4 —	0

z：11月2日（試験開始日）から新梢の伸長が停止した日までの日数

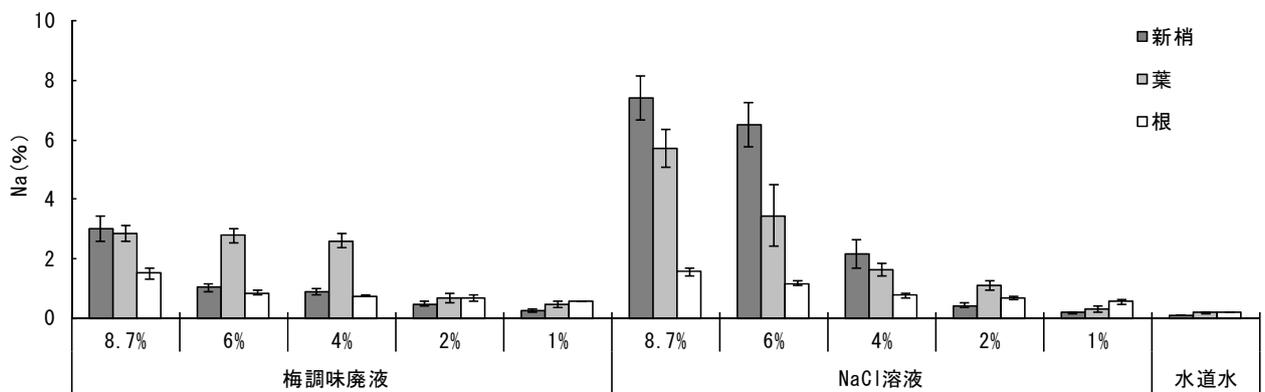
y：12月7日時点での枯死した個体の割合

x：t検定により、\*\*は1%水準、\*は5%水準で水道水区に対して有意差があること、nsは有意差なしを示す(n=3)



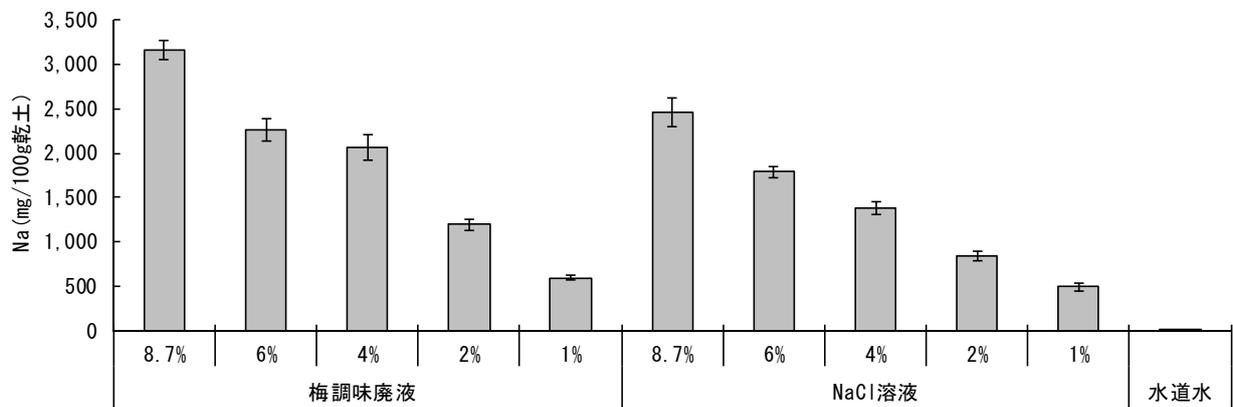
第3図 濃度の異なる梅調味廃液およびNaCl溶液散布と器官別乾物重

注) 図中縦棒は標準誤差(n=5)を示す



第4図 濃度の異なる梅調味廃液およびNaCl溶液散布と器官中Na濃度

注) 図中縦棒は標準誤差(n=5)を示す

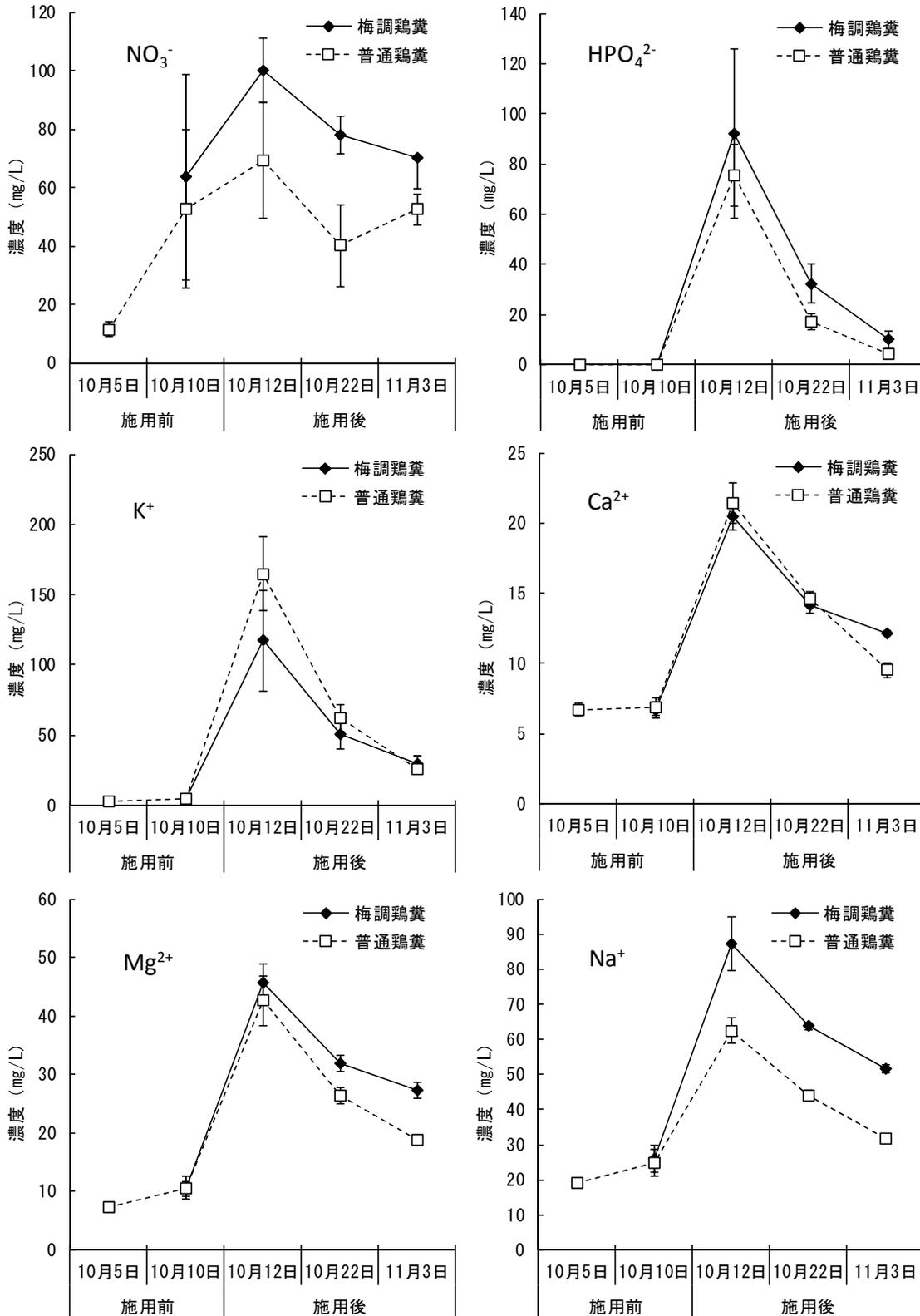


第5図 濃度の異なる梅調味廃液およびNaCl溶液散布と土壌中Na含有量

注) 図中縦棒は標準誤差(n=5)を示す

### 試験5 梅調鶏糞の溶脱特性

浸透水への溶脱濃度について、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{HPO}_4^{2-}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ および $\text{Na}^+$ は普通鶏糞に比べて梅調鶏糞が高い傾向で、 $\text{K}^+$ は普通鶏糞に比べて梅調鶏糞が低い傾向であった(第6図)。 $\text{Ca}^{2+}$ については差が小さかった。いずれも施用直後に最も高く、その後低下した。



第6図 鶏糞施用による地下水への肥料成分の溶脱濃度の推移

注) 図中縦棒は標準誤差(n=3)を示す

## 考 察

### 1 ウメの耐塩性

梅調味廃液中のNaCl濃度が2%以下となるよう希釈した液では新梢長への影響が見られなかったが、4%より濃い液では新梢長が短くなり、早期に新梢伸長が停止した。NaCl溶液でも2%以下では新梢長への影響は見られなかったが、4%より濃い液では新梢長が短くなった。梅調味廃液に比べてNaCl溶液の方が新梢への影響が早く出て、枯死率も高く、樹体中のNa濃度から、梅調味廃液を散布した場合、同じNaCl濃度であってもNaの吸収が抑えられていることがわかる。これは、機構は不明であるが梅調味廃液に含まれる還元糖やクエン酸などが関与したと推測され、そのため梅調味廃液がNaCl溶液より樹体への影響が小さかったと考えられた。また、NaCl溶液では新梢中のNa濃度が高かったが、梅調味廃液では新梢より葉のNa濃度が高く、特に新梢への吸収が抑えられたことがわかった。NaCl濃度2%以下では新梢伸長への影響は認められなかったが、新梢および根の重さは水道水区に比べて小さかったことから、NaCl濃度は低いほどウメ樹体への影響は小さいといえる。総合的に判断して、土壌中のNa含有量が1,000mg/100g乾土以上になると、樹体に影響が出やすいと考えられた。

### 2 梅調鶏糞の窒素溶出・溶脱特性

鶏糞堆肥を施用する際に肥料成分の肥効率を参考にして施用量を計算する必要がある。鶏糞堆肥の肥効率の目安として、当県ではリン酸80%、カリ90%とし、窒素は全窒素含有率により分けており現物あたり全窒素含有率が1%未満であれば20%、1~2%であれば50%、2%以上であれば60%としている（和歌山県農林水産部，2011）。しかし、鶏糞堆肥の窒素肥効はバラつきが大きいことから、梅調鶏糞の窒素溶出率を調査した。その結果から、普通鶏糞と梅調鶏糞の違いや施肥時期の違いによる影響より、鶏糞の窒素含有率の影響が大きいと判断された。現物あたり窒素含有率が2.7%の梅調鶏糞における90日後の窒素溶出率は73%と高く、2.0%では梅調鶏糞、普通鶏糞ともに50%前後であり、1.5%の梅調鶏糞では30%に満たなかった。このことから、梅調鶏糞の窒素肥効率も一般の鶏糞堆肥の肥効率の目安を用いて問題ないが、現物あたり窒素含有率が3%以上の場合の窒素肥効率は70%としてもよいと思われた。

溶脱特性については、供試した梅調鶏糞の成分含有率が普通鶏糞より高かったN、 $P_2O_5$ 、Naでは梅調鶏糞の溶脱濃度がやや高く、普通鶏糞より低かったKでは梅調鶏糞の溶脱濃度がやや低かったことから、鶏糞中の成分濃度の高低が溶脱濃度に影響するが、梅調鶏糞の溶脱特性は普通鶏糞と大きく違わないと考えられた。いずれの成分も施肥直後に高い濃度で溶脱するため、これを抑制するためにはウメの根の活性が低い低温期に施用することは避けた方がよいと考えられた。

### 3 ウメへの施用効果

ウメへの施肥量は、和歌山県の施肥基準では年間成分量で10aあたり窒素25kg、リン酸14kg、加里22kgである。鶏糞堆肥はリン酸および加里の含有率が高いため、基準施肥量を超えないよう施肥量を設定すると年間施肥窒素量の50%程度しか代替できない。今回の試験は、窒素量を梅調鶏糞で代替した場合の影響を確認するため、リン酸および加里の基準施肥量を超える施肥量で試験を行った。

3年生幼木への単年度施用試験では全てを鶏糞で施用する100%代替区と、窒素施用量の50%を

鶏糞で施用し、残りの50%を硫酸で施用する50%代替区を設けた。100%区はもちろん、50%区も有機配合区と比較してリン酸および加里の施肥量は多くなった。その結果、土壤中の可給態リン酸および交換性加里は特に100%区で高くなり、葉中P含有率およびK含有率も高くなった。鶏糞には石灰も3%程度含まれており、そのため土壤中交換性石灰含量は高まり、土壌pHも有機配合区より高くなり、施用1年目では低かったpHが2年後にはウメの適正pH範囲である6.0~7.0（和歌山県農林水産部，2011）に近づいた。葉中Ca含有率も高くなった。一方、窒素については、土壤中無機態窒素は5月、10月のいずれにおいても鶏糞を施用した区で少なくなり、特にN含有率2.4%の梅調鶏糞Fおよび2.3%の普通鶏糞Cを施用した区は葉中N含有率も低かった。梅調鶏糞Eは葉中N含有率が有機配合区と同程度であったが、これはN含有率が3.0%と比較的高かったことから肥効率が高かったためと推測される。葉のSPAD値も梅調鶏糞Fおよび普通鶏糞の100%区で低くなり、総新梢長も短かったことや、全ての鶏糞100%代替区で根重が小さくなったことから、樹齢3年程度の幼木の場合は施肥の全量を鶏糞で施用すると樹体成長が劣る可能性があることがわかった。代替率50%では、地下部重がやや小さくなる可能性があるが、地上部の生育は同等以上であったことから、50%の代替率での施用は問題ないと考えられた。Naについては、土壤中のNa含量が梅調鶏糞と普通鶏糞で同程度であったこと、葉中Na含有率が有機配合区との間に差が見られなかったことから、梅調味廃液添加により増加したNaによる影響はないと判断された。

11~13年生の成木へ3年間連用した試験においても、代替率が高いほどリン酸および加里の施肥量は多くなった。その結果土壤中の可給態リン酸含量は100%区でウメの土壌診断基準である10~50mg/100g（和歌山県農林水産部，2011）を超え、交換性加里含量も鶏糞を連用した区は0%区より多くなったが、果実、葉、細根および中果枝中のPおよびK含有率には影響が認められなかった。しかし、リン酸は土壤中でも生体内でも陽イオンと結合し難溶性の化合物を形成するため、土壤中リン酸が過剰になると鉄などの欠乏を引き起こす可能性があり（渡辺，1986）、マンガン欠乏症の発生を助長するおそれもある（林ら，2010）。また、Kが過剰になると拮抗阻害によりCaやMgの吸収を妨げる（亀和田，1998）ことから、鶏糞の施肥量は土壌の可給態リン酸や交換性加里を過剰にしない量に留める必要がある。

Caについて、連用試験においても鶏糞に含まれるCaの影響で、土壤中の交換性石灰含量は増加し、代替率が高いほどpHは適正範囲に近づいた。ウメはCaを多く吸収する植物であり（渡辺，1987；岡室ら，2013）、Caを多く含む鶏糞はウメに適しているといえる。こちらでも土壌のpHが高い園では施用を控える必要があるが、pHが低い園では鶏糞の施用により石灰資材の施用を削減できると考えられた。なお、本試験を行った園の土壌は交換性石灰が不足傾向であり、3年間100%代替率で鶏糞を施用しても土壤中交換性石灰含量は基準値の252mg/100g（和歌山県農林水産部，2011）に達しなかった。

鶏糞にはMgも約1%含まれているが、土壤中の交換性Mg含量の蓄積は見られなかった。Naについても、土壤中Na含量は0%区に比べるとやや高くなるものの、試験4で得られた1,000mg/100gの値に比べて大変小さかったことや、連用による蓄積は見られなかったこと、果実、葉、細根および中果枝中Na含有率も30%区の中果枝を除いて全て影響が認められなかったことから、梅調鶏糞を連用してもNaの影響は受けないと判断された。

土壤中無機態窒素含量は代替率による明確な差が見られなかったが、連用3年目の細根および中果枝中N含有率は、代替率が高いほど高くなった。これは、本試験は鶏糞の窒素肥効率を50~60%で計算したが、実際は2年目以降前年度に利用されなかったNが徐々に供給される（上菌ら，2004）

ことから、連用が重なるにつれ実際に供給された N 量は代替率が高いほど多くなったためと推察された。

鶏糞で代替しても、生理落果率に影響は見られず、樹冠占有面積あたり収量で差がなかったことから、収量にも影響がなかったといえる。樹容積も連用 1~2 年目は鶏糞施用区で小さい区が見られたが連用 3 年目には差がなくなり、その結果、樹容積の拡大は 70% 区および 100% 区が優れた。これも連用により窒素供給量が増加したためと考えられた。徒長枝発生本数も 2 年目以降差がなかったことから、樹体成長に必要な N は有機配合肥料と同程度に供給できたと考えられた。

以上のことから、成木の場合は代替率 100%、70%、30%のいずれにおいても、窒素肥効率を 50~60%として計算した量を施用すると、3 年連用してもウメ樹体の生育や果実への影響は見られなかった。ただし、土壌中の P、K、Ca の増加が確認された。鶏糞堆肥の連用により全窒素、可給態リン酸、交換性苦土、交換性加里が増加することは報告されており（水口ら、2007；村上・畔柳、2009）、土壌中の養分の蓄積やアンバランス化への注意が喚起されている。したがって、養分を過剰に蓄積させない適当な施用量を守ることが重要である。

今回の連用試験では、70% 区や 30% 区で鶏糞以外の肥料として、0% 区と同じ有機配合肥料を用いた。そのため、30% 区であってもリン酸や加里の施用量は 0% 区より多くなったが、硫酸などを用いてリン酸や加里の施用量を減らすことは可能である。

ここで、鶏糞堆肥を肥料として施用する場合の適当な施用量について考えてみたい。連用試験の結果から、K は土壌への顕著な蓄積は見られなかったが、P は蓄積が見られたことから、P を制限要因として検討する。土壌中の P は連用の 30% 区で増加し、0% 区は増加しなかった。30% 区の P 施用量は 0% 区の約 2 倍あり、過剰であると考えられた。リン酸を過剰に蓄積させない上限施用量は、今回の試験では正確にはわからないが、現在のところウメの施肥基準量を目安とするのが安全であると考えられる。県の指針ではリン酸の施肥基準量は 14kg/10a である。よって、現物あたり成分%が N-P-K=3.0-2.4-2.2 の梅調鶏糞の場合、肥効率を N70%、P80%、K90%で計算すると、リン酸がウメの施肥基準量を超えない上限は 10a あたり 729kg である。これで全 N 施用量 25kg/10a の 61%を代替できる。鶏糞により成分含有率に幅があることを考慮し、幼木試験での結果からも鶏糞の代替率は全 N の 50%以下とするのが適当と考えられた。ただし、鶏糞堆肥を連用する場合、土壌診断を適宜実施し土壌中の肥料成分蓄積状態に応じて施肥量を調整する必要があると考えられた。

## 摘 要

1. NaCl 濃度 4%以上の梅調味廃液希釈液をウメに散布すると新梢伸長に影響が現れ、土壌中の Na 含有量が 1,000mg/100g 土以上で、樹体に影響が出た。
2. 梅調味廃液添加鶏糞堆肥の窒素肥効率は、現物あたり窒素含有率が 1~2%であれば 50%、2~3%であれば 60%、3%以上であれば 70%が適当と考えられた。
3. 梅調味廃液添加鶏糞堆肥からの肥料成分の溶脱は、施肥直後に多かった。
4. ウメ幼木では、施肥を全て梅調味廃液添加鶏糞堆肥とすると葉中 N 含有率が低下し樹体成長が劣った。施肥窒素量の 50%を梅調味廃液添加鶏糞堆肥で代替すれば生育に問題はなかった。
5. ウメ成木に、施肥窒素量の 30%、70%、100%を梅調味廃液添加鶏糞堆肥で代替して 3 年間連用してもウメの生育には影響が見られなかったが、代替率が高いほど土壌中の可給態リン酸、交換性加里、交換性石灰の含量が増加し、P および K 過剰による障害発生の恐れがある。

6. 梅調味廃液添加鶏糞堆肥施用により土壌 pH が高まり、代替率が高いほど適正範囲に近づいた。
7. これらの結果から、梅調味廃液添加鶏糞堆肥を施用する場合の代替率は 50% を上限とするのが適当と考えられた。

## 引用文献

- 林 恭弘・久田紀夫・橋本真穂・森下年紀・和中 学・堀田宗幹・中島康晴・井上博仁・橋本博史.  
2010. モモ‘白鳳’葉のマンガン欠乏症. 平成 21 年度和歌山県農林水産総合技術センタ研究成果情報.  
報.
- 亀和田國彦. 1998. 診断の基本. 調査・分析項目の意味と診断. 交換性カリウム. P141-142. 農業技術大系. 土壌施肥編 4. 農山漁村文化協会. 東京.
- 水口晶子・小川 仁・梯 美仁. 2007. おがくず鶏糞堆肥連用時の土壌への影響と水稻-ハウレンソウ体系での適正施用量. 徳島農研報. 4. 7-16.
- 村上弘治・畔柳有希子. 2009. キャベツ栽培圃場における家畜ふん堆肥の多投入が土壌養分環境に及ぼす影響. 野菜茶業研究所研究報告. 8. 139-156.
- 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.
- 上藺一郎・長友 誠・上之藺 茂・中園充紀・上村幸廣. 2004. <sup>15</sup>N トレーサー法による家畜ふん堆肥由来窒素の動態解析. 鹿児島農試研報. 79. 37-44.
- 和歌山県農林水産部. 2011, 土壌肥料対策指針 (改訂版). P63, P137-147.
- 渡辺和彦. 1986. 診断の実際. 各種生理障害の診断と対策. リン酸の欠乏症と過剰症. P344-345. 農業技術大系. 土壌施肥編 4. 農山漁村文化協会. 東京.
- 渡辺 毅. 1987. ウメ樹の解体調査による年間養分吸収量の推定. 福井園試報. 6 : 1-13.