

和歌山県産南高梅の梅干加工工程における ミネラル及び有機酸含量の変化

古市幸生, 水野隆文[§], 山下佳伸, 鈴木淳史, 小畑 仁, 梅宮善章*

三重大学生物資源学部

*独立行政法人農業・生物系特定産業技術研究機構果樹研究所

Changes in Mineral Component of Wakayama 'Nanko' mume fruit
(*Prunus mume* Sieb. et Zucc) during the Process of Umeboshi

Yukio Furuichi, Takafumi Mizuno[§], Yoshinobu Yamashita,
Atsushi Suzuki, Hitoshi Obata and Yoshiaki Umemiya*

Faculty of Bioresources, Mie University, 1515 kurimamachiya-cho, Tsu, Mie 514-8507

*National Institute of Fruit Tree Science 2-1 Hujimoto, Tsukuba, Ibaraki 305-8605

Changes in mineral component during the processing of umeboshi was investigated using ripened Nanko mume fruit as raw material. Calcium and Magnesium contents were increased or almost equal by pickling in salt, and potassium was decreased. Among the trace elements, iron showed remarkable increase by salting. Furthermore, mineral component of salt used for pickling was recognized to reflect in the content of these elements in salted mume fruits. Sodium content in edible part of Umeboshi was decreased with desalting and following pickling in seasoning solution, but those of calcium and magnesium did not change. Potassium was also decreased but large part of potassium remained in edible part, suggesting that a function of Umeboshi as an alkaline food remained after hypochloric treatment. Contents of all minerals investigated showed smaller change in kernel than those in pulp. Many parts of organic acid in edible part remained after Umeboshi processing, and it was speculated that resulting low pH condition effected on the mineral composition in Umeboshi. (Received May 2, 2005 ; Accepted Jul. 15, 2005)

梅干は古くから日本の食卓に欠かせない副食として、また静菌、解毒、整腸効果などの作用により薬としても用いられてきた食品である。元来高濃度の塩化ナトリウムを含む保存食として普及し、労働後の疲労回復や塩分補給などにも用いられたが、近年ではカリウムやカルシウムなどのミネラルを豊富に含む食品として認識されており、健康食品として高い評価を受けている。

最近、過度の肉体労働を必要としない現代人の嗜好に合わせ、減塩加工を行った梅干や調味液に漬け込んだ製品が、塩蔵と天日干しをただけの梅干しに代わり広く出回るようになった。この加工処理はナトリウムの過剰摂取を抑え、高血圧の発生を防ぐという点では有効である。しかしながら、これまで認識されてきた梅干しのアルカリ食品としての機能や微量金属の摂取に対する影響については十分な検証がなされていない状況にある。また梅果実や梅干の成分組成はこれまでも研究され、日本食品標準成分表

(以下食品成分表)¹⁾や、成書²⁾に記載されているが、現在梅干しの原料となる梅果実は中国・台湾などから塩蔵の状態で大いに輸入されており、上記の資料では梅果実、塩蔵梅、および加工梅干しの原料に品種格差がある可能性が高い。梅干しの加工に伴う変化と製品成分の違いについて知見を得るためには、原材料から最終加工工程まで一貫した試料を用いた解析が必要である。

梅干し製造過程におけるミネラルおよび有機酸含有量の変化について検討し、加工工程の異なる梅干し間の成分の相違について知見を得ることを目的として、今回、従来の塩漬梅干とさらに調味液加工された梅干しにおいて、含有されるミネラル等の定量分析を行い、梅干し製造過程におけるミネラルおよび有機酸含有量の変化について検討した。また果肉のほか、核の中心部分である仁についても解析を行ったので報告する。

実験方法

1. 実験材料

本研究を行うにあたり、和歌山県日高郡南部村、同南部

〒514-8507 三重県津市栗真町屋町 1515

* 〒305-8605 茨城県つくば市藤本 2-1

[§] 連絡先 (Corresponding author), tmizuno@bio.mie-u.ac.jp

川村(現みなべ町)の梅農家(3軒)および南部川村の梅干加工工場に試料調製を委託した。

南高梅は熟して自然落下した果実を収穫し、紀州みなべ梅干協同組合が定めた分類基準の3L以上(19g以上)のものを用いた。生ウメ試料は梅農家より譲渡されたものを冷蔵保存し、1週間以内に分析に供した。塩蔵梅は生ウメの提供を受けた農家で加工されたものを分析試料として用いた。梅は南高梅農家が組合で購入している2種類の岩塩(商品名:蒙古の塩, 中国内モンゴル吉蘭泰中央研究所, 中国; 商品名: あらびき天日塩, 第一商事株式会社, 大阪)を用い、梅10kgあたり2.2kg用いて一ヶ月程度漬け込んだ。梅雨明け後、ビニールハウス内にて3日間、時々裏返ししながら天日乾燥したものを塩漬梅干(白干梅)の試料とした。

塩漬梅干しはみなべ町内の梅干し加工工場に委託して調味加工を行った。オゾン滅菌した地下水に一時間程度浸漬して塩抜きをした後、2種類の調味液(AおよびB液)に梅:調味液=1:2.4の比率で2週間程度漬け込み、製品として完成したものを調味梅干しとして分析に供した。

2. 分析

(1) 試薬・装置

試料の分解には、超微量分析用硝酸と精密分析用過塩素酸(いずれも和光純薬)を用いた。各ミネラル分の標準試料には、原子吸光用1000mg/l標準液(和光純薬)と、ICPマルチエレメントスタンダード(MERCK)を2%硝酸で希釈して使用した。

分析機器としてシーケンシャル型高周波プラズマ発光分析装置(ICPS-7500 島津製作所)および原子吸光度計(AA-6500 島津製作所)を使用した。

(2) 分析試料の調製

各加工過程の試料は重量を測定し表面を超純水で洗浄し汚れを落とした後、プラスチック製薬匙で果肉部を回収した。仁は核をペーパータオルで包み、木槌で割って回収した。両試料は70℃で1週間通風乾燥し、乳鉢で粉碎した。粉末試料約1gを正確に計り取り、硝酸-過塩素酸法で分解した。分解後の試料は乾固する直前まで濃縮し、2%硝酸を加えて濾過し、これを50mlに定容して測定液とした。

塩漬けに用いた精製塩は、2%硝酸を加えて希釈し測定液とした。調味液(A, B液)は梅試料と同様に硝酸-過塩素酸による分解を行い、2%硝酸により希釈し測定液とした。

(3) 測定

測定液と標準液にはそれぞれ1mg/mlとなるようにイットリウムを添加した。ナトリウムを除く元素はイットリウムによる内部標準法を用い、ICP発光分析により測定した。ナトリウムの測定には原子吸光度計を用いた。

3. 結合態金属の分離・定量分析

果肉を乳鉢で粉碎しpHを測定したところ約2.1であったため、通常10gの粉碎した果肉に10ml(元素の含有量により適宜増減)の0.05M KCl-HCl緩衝液(pH 2.1)を加

えて30分間振とうし、遠心分離後上清をDISMIC-13CP(0.45 μ m, ADVANTEC)でろ過した。ろ液をSephadex G-10(分画分子量 \sim 700, Pharmacia, カラム K-9に充填)によるカラムクロマトグラフィー(溶離液0.05M KCl-HCl, pH 2.1)で分離し、得られた各画分の金属元素(K, Ca, Fe)濃度を、原子吸光度計で測定した。また試料の一部を用いpHを1M NaOHで8.0に調整し、同様にカラムクロマトグラフィーを行い測定した。その際、溶離液として0.05M Tris-HCl溶液(pH 8.0)を用いた。

4. 有機酸の分析

種子及び表皮を除去した試料(下後谷のものを使用)を乳鉢で均一になるまですり潰した後、生重の10倍量(W/W)の有機酸測定用(0.1M リン酸-リン酸アンモニウム緩衝液 pH 2.5)を用いて10分間振盪し、有機酸成分の抽出を行った。遠心分離(10000 rpm, 15分間)により得られた上清をさらにろ過(ULTRAFREE-MC 0.5 μ m Filter Unit, ミリポア)したものを測定試料として用いた。HPLCによる分離は以下の条件にて行った。カラム: Inertsil C8-3, 150 \times 4.6mm (GL Science), 移動相: 0.1M リン酸-リン酸アンモニウム緩衝液 pH 2.5, 流速: 1ml/ml(送液ユニット: LC-6AD, 島津製作所)。分離した有機酸の濃度は210nmの波長で測定した。

結 果

本研究の予備実験として、梅干果肉に含まれる元素をICP発光分析法で定性分析した。存在が確認された元素はナトリウム、マグネシウム、アルミニウム、リン、カリウム、カルシウム、マンガン、鉄、銅、亜鉛、ストロンチウム、ホウ素、バリウム、イオウ、ヨウ素の15種類であった。食品の微量元素分析表に掲載されている、梅干しに存在が確認されている18元素のうち、クロム、ニッケル、ゲルマニウム、モリブデン、ベリリウム、チタン、ズズについては検出限界以下であった。本研究では検出された元素のうち、ナトリウムおよび多量ミネラル成分としてカリウム、カルシウム、マグネシウムを、微量ミネラル成分としてマンガン、鉄、銅、亜鉛、ストロンチウム、バリウムを分析し検討した。

加工に伴う梅果肉のミネラル濃度変化を表1に示した。産地は南部村及び南部川村内のウメ園所在地名である。過熟生梅果肉のカリウム、カルシウム、マグネシウム濃度は、葉に含まれる濃度(表2)のそれぞれ7割、1/35、1/4程度であり、これらの値は食品成分表¹⁾に示された値とほぼ一致した。また、微量元素濃度は、葉中濃度と比較するとおおむね鉄1/4、マンガン1/30、亜鉛1/6、銅1/2であり、マンガンと銅は食品成分表とおおむね一致し、鉄と亜鉛は表の値よりやや少なかった。葉と比較すると、カルシウムとマンガンの濃度差が大きいことが判明した。

塩蔵および天日による乾燥加工を経た南高梅はカルシウ

ムとマグネシウムの濃度が著しく上昇し、カリウムも濃度が上昇した。アルカリ土類のストロンチウムとバリウムは、生梅に μg の単位でしか含まれていないが、ストロンチウムは白干梅への加工によって著しく増加した。一方バリウムの増加はわずかであった。微量元素濃度では鉄の著しい増加が認められた。銅は産地によって増加するものと

減少するものがあり、一定の傾向は認められなかったが、生梅中の濃度が低いものは加工によって増加した。亜鉛は塩蔵加工によりいずれの産地においても減少した。

濃度が著しく上昇したミネラルでは、塩漬けに用いた原料塩に含まれていたものが果肉に取り込まれたものと考えられる。表 3 に示される原料塩の各ミネラル濃度をみると、

表 1 加工に伴う果肉のミネラル濃度変化 (FW 1.00 g 当り, n=3)

	水分 (%)	Na Mg K Ca					Mn Fe Cu Zn Sr Ba				
		(mg)					(μg)				
生 梅											
松 平	92.6	0.672	5.10	190	5.50	42.2	132	21.3	30.4	1.99	16.5
下後谷	92.3	1.04	5.32	208	5.87	55.8	101	24.5	39.3	3.04	17.2
松山谷	92.1	0.537	5.81	185	6.03	66.8	75.1	21.4	31.3	1.27	18.7
西岩代	91.4	1.39	6.27	221	5.30	145	77	172	60.0	3.36	29.7
白干梅											
松 平	70.1	7350	22.9	261	16.9	164	893	48.5	22.4	140	28.2
下後谷	69.7	7460	25.3	291	18.8	174	584	47.7	11.9	155	37.7
松山谷	68.8	7580	11.8	252	11.8	70.0	240	43.9	—	157	17.2
西岩代	68.5	7750	13.9	408	11.9	215	881	111	6.32	310	38.6
調味梅干し (A 液)											
松 平	66.8	5180	18.6	240	18.9	134	792	43.2	68.8	203	33.9
下後谷	64.8	5450	17.1	235	18.4	142	806	56.8	61.3	235	29.0
松山谷	61.0	5840	18.8	276	19.5	131	659	38.5	75.1	237	28.9
西岩代	60.5	5930	19.2	268	20.9	161	914	60.0	77.6	264	32.8
調味梅干し (B 液)											
松 平	63.2	6040	20.0	266	20.1	142	810	51.3	51.4	201	29.9
下後谷	62.7	6220	17.5	246	19.3	130	599	37.9	30.1	202	27.0
松山谷	62.9	5970	15.2	251	17.1	112	472	44.8	32.2	198	24.8
西岩代	60.4	6610	18.1	306	19.4	168	842	78.3	104	263	33.9

表 2 葉の元素濃度 (DW 1g 当り, n=3)

	Na Mg K Ca					Mn Fe Cu Zn Sr Ba				
	(mg)					(μg)				
松 平	0.0920	2.01	39.6	25.6	61.9	49.9	6.7	10.8	93.5	148
下後谷	0.223	2.84	19.6	31.5	195	26.3	7.4	89.6	136	76.7
松山谷	0.0389	3.06	37.1	22.2	184	70.3	7.8	10.1	60.6	153
西岩代	0.319	2.90	45.7	18.1	733	59.3	29.4	16.9	79.1	70.4

表 3 塩・調味液のミネラル組成 (FW 100g 当り, n=3)

	水分 (%)	Na Mg K Ca					Mn Fe Cu Zn Sr Ba				
		(mg)					(μg)				
塩 (中国)	0.0706	—	78.0	35.7	31.2	391	268	ND	25.4	531	16.9
塩 (豪州)	0.0888	—	17.9	26.7	41.9	35.4	379	ND	42.2	2290	5.98
調味液 A	—	3640	290	3400	380	1290	3070	433	957	3590	359
調味液 B	—	3750	270	3500	410	1170	1380	381	775	3310	339

ND: Not Detected

マグネシウム濃度に原料塩の産地による大きな差異が認められた。本実験では、松平、下後谷産の梅ではマグネシウム濃度が高い中国産の塩を、松山谷、西岩代産の梅ではそれが低いオーストラリア産の塩を用いており、この違いが白干梅のマグネシウム濃度に反映されたと考えられた。

梅干一粒あたりの果肉部の重量は、塩漬けによって約半分ほどに減少した(表4)。加工によるミネラルの増減を検討するに当たって重量変化による影響を排除するため、表4, 5, 6では梅一粒あたりの成分で表示した。表4に示したとおり、カルシウムとマグネシウム含有量は増加又はほぼ同じで、カリウムでは減少した。マグネシウムは、原料塩のマグネシウム濃度の高い松平と下後谷産梅で約2倍に増加しており、松山谷と西岩代ではほとんど増加がみられなかった。同様にマンガン濃度が高い中国産塩を用いた松平と下後谷産梅で含有量増加が認められたのに対して、マンガン濃度が低いオーストラリア産塩を用いた松山谷、西岩代産の梅ではマンガン濃度が低下した。同様に原料塩間で大きな濃度差が認められたストロンチウムにおいても、白干梅の濃度差が認められた。ストロンチウム濃度は加工によっていずれも増加しているが、増加率が松平と下後谷では小さく、松山谷と西岩代では大きかった。このように原料塩のミネラル濃度が大きく異なる場合、塩漬け加工後の白干梅のミネラル濃度に反映される結果となった。一方で銅は産地によって加工に伴う濃度の増減が一定せず、亜鉛は大きく減少した。

白干梅をさらに調味液に浸漬し調味梅干しに加工したところ、ナトリウム濃度が30-50%低下し、カリウム濃度も低下した。これら以外の元素には顕著な変化はみられなかった。

仁についても果肉と同様な検討を行った。表5に示されるとおり1粒あたりナトリウム含有量が塩漬け加工によって約300倍に増加したこと、亜鉛濃度が約1/3に減少したことを除くと、加工による含有量の変化は小さかった。特に銅、ストロンチウム、バリウムの変化が小さく、これらの値は加工前の原料生梅中の金属濃度を反映しているものといえる。鉄は果肉の場合と異なり、塩漬け加工によって濃度が低下する傾向が認められた。

果肉における有機酸含有量の変化を表6に示した。クエン酸が最も多く生梅では84%を占めた。加工によってクエン酸が減少したが、リンゴ酸には大きな変化が認められなかった。そのためクエン酸とリンゴ酸の比率はやや小さくなったが、調味梅干しでも72%がクエン酸であり、しかも1粒中に1gに近い有機酸が含まれていた。

金属元素の存在形態検討のため、抽出液の金属元素の分子量別分布検討を行った。分離に用いたSephadex G10は分画分子量~700であり、低分子量画分(Vi以降)には遊離の金属イオンが、高分子量画分(Vo付近)には有機酸等と結合した金属が溶出する。得られた結果を表7に示す。

アルカリ金属のカリウムはpH 8.0で全て遊離イオンであった。またアルカリ土類金属のカルシウムはpH 2.1で

表4 加工に伴う果肉のミネラル含有量変化 (1粒当たり, n=3)

	重量 (g)	Na Mg K Ca (mg)				Mn Fe Cu Zu Sr Ba (μ g)					
		生 梅									
松 平	29.2	0.196	1.49	55.6	1.61	12.3	38.5	6.21	8.89	0.581	4.82
下後谷	25.8	0.268	1.37	53.7	1.51	14.4	26.0	6.30	10.1	0.784	4.42
松山谷	37.8	0.203	2.19	69.7	2.28	25.2	28.4	8.09	11.8	0.480	7.05
西岩代	25.6	0.356	1.60	56.6	1.36	37.2	19.8	44.0	15.3	0.858	7.60
白干梅											
松 平	13.7	1000	3.13	35.7	2.31	22.4	122	6.63	3.06	19.2	3.86
下後谷	13.8	1030	3.48	40.2	2.59	24.0	80.5	6.57	1.64	21.4	5.20
松山谷	18.0	1370	2.13	45.4	2.14	12.6	43.3	7.92	—	28.3	3.09
西岩代	13.1	1020	1.83	53.6	1.56	28.4	116	14.5	0.83	40.7	5.07
調味梅干し (A 液)											
松 平	13.7	708	2.54	32.9	2.58	18.3	108	5.90	9.40	27.8	4.63
下後谷	10.3	559	1.75	24.1	1.89	14.5	82.7	5.82	6.28	24.1	2.98
松山谷	14.0	819	2.64	38.6	2.74	18.3	92.4	5.39	10.5	33.2	4.05
西岩代	8.52	505	1.64	22.8	1.78	13.7	77.8	5.11	6.61	22.5	2.80
調味梅干し (B 液)											
松 平	10.8	653	2.16	28.8	2.17	15.4	87.6	5.55	5.56	21.7	3.23
下後谷	10.8	673	1.90	26.6	2.09	14.1	64.8	4.11	3.26	21.8	2.92
松山谷	14.0	837	2.14	35.2	2.40	15.6	66.2	6.28	4.52	27.8	3.48
西岩代	13.7	903	2.47	41.8	2.66	22.9	115	10.7	14.2	35.9	4.64

遊離イオンであったが pH 8.0 では大部分が結合態になった。このことは梅干し加工によってその濃度が変動しやすいという上記表 1 の結果を裏付けるものとなった。一方重金属の鉄は、pH 2.1 でも大部分が結合態であり、塩漬け加工による水分含量の低下に伴い、鉄濃度が上昇することを裏付ける結果となった。

考 察

今回試料とした南高梅は、和歌山県みなべ町および田辺市を中心にして生産されるもので、梅の最高ブランドとして知られている品種である。種が小さく、果皮が薄く果肉率が高い、香り高く、優秀な加工特性を備えているなどの特性より、高級梅干の原料として利用されており、その他梅肉エキス、梅酒などの加工品の原料として幅広く利用されている。

南高梅の栽培は南部川、紀ノ川などの流域にある斜面を利用して行われており、機械による回収が難しいため、ま

た労力の軽減と熟度のそろった梅を収穫できるという利点から、ウメ樹の下に張ったネットに過熟し落下した実を回収する方法がとられている。そのため梅酒や梅エキスの製造に使用される青梅や、現在梅干し用の半分以上を占める中国からの輸入梅（青梅を塩漬けて輸入される）とは熟度が異なっている。梅は熟度によって果肉硬度、果重、有機酸の組成および含量などが大きく変動することが報告されており³⁾、各種金属元素量についても過熟した梅のデータとして解析する必要があると考えられた。

本研究では、加工に伴うミネラル含有量ならびに有機酸濃度の変化をより厳密に評価するため、生梅と、同じ母集団の生梅で白干梅ならびに調味梅干しを調製し比較した。いずれの加工過程の南高梅も、食品成分表¹⁾に掲載されている梅と比較して、過熟南高梅は水分含量が高く、含有金属含量は低いという結果となった。成熟に伴い各ミネラル含量が低下する理由は不明であるが、亜鉛などの金属元素は細胞分裂活性の高い組織に特異的に集積することが知ら

表 5 加工に伴う仁のミネラル含有量変化

(1 粒当たり, n=3)

	重量	Na	Mg	K	Ca	Mn	Fe	Cu	Zn	Sr	Ba
	(g)	(mg)				(μg)					
生 梅											
松 平	0.667	0.0104	0.466	2.53	1.01	0.00533	0.0140	0.00360	0.0154	0.00161	0.00212
下後谷	0.674	0.0335	0.504	2.46	0.889	0.00598	0.0140	0.00356	0.0175	0.00185	0.00154
松山谷	0.723	0.0150	0.550	2.48	0.821	0.00600	0.0159	0.00315	0.0162	0.00108	0.00189
西岩代	0.857	0.0340	0.579	2.71	0.594	0.0108	0.0159	0.00390	0.0178	0.00208	0.00246
白干梅											
松 平	0.407	4.82	0.574	2.00	0.733	0.00403	0.00862	0.00318	0.00270	0.00094	0.00118
下後谷	0.456	2.07	0.733	2.07	0.850	0.00462	0.00862	0.00329	0.00670	0.00153	0.00131
松山谷	0.509	8.62	0.754	2.16	0.711	0.00486	0.0112	0.00391	0.00535	0.00112	0.00163
西岩代	0.487	5.78	0.911	2.78	0.637	0.0118	0.0114	0.00354	0.00799	0.00184	0.00142
調味梅干し (A 液)											
松 平	0.407	3.17	0.648	2.09	0.831	0.00419	0.00809	0.00388	0.0115	0.00097	0.00121
下後谷	0.457	3.73	0.760	2.18	0.906	0.00488	0.00830	0.00332	0.0121	0.00157	0.00132
松山谷	0.544	7.81	0.926	2.42	0.850	0.00534	0.0104	0.00376	0.0195	0.0106	0.00163
西岩代	0.500	5.93	0.887	2.68	0.687	0.0108	0.0109	0.00359	0.0167	0.00196	0.00157
調味梅干し (B 液)											
松 平	0.407	3.88	0.596	1.95	0.788	0.00397	0.00482	0.00314	0.0117	0.00091	0.00113
下後谷	0.381	3.11	0.633	1.84	0.642	0.00432	0.00448	0.00266	0.0113	0.00130	0.00128
松山谷	0.540	7.14	0.846	2.25	0.870	0.00516	0.00634	0.00357	0.0148	0.00106	0.00163
西岩代	0.407	4.98	0.715	2.25	0.634	0.0093	0.00699	0.00320	0.0159	0.00181	0.00307

表 6 加工に伴う果肉の有機酸含有量の変化 (1 粒当たり, n=3)

	クエン酸	リンゴ酸	シュウ酸	コハク酸	酒石酸
	(mg)				
生 梅	1390±190	154±38	9.33±3.12	80.3± 9.8	23.0±10.6
白干梅	819± 17	174±41	14.0 ±0.3	43.8± 0.9	ND
調味梅干し	664± 43	151±13	25.2 ±1.3	79.4±15.6	ND

表 7 各 pH における果肉抽出液中結合態と遊離態金属の割合

	カリウム		カルシウム		鉄	
	pH 2.1	pH 8.0	pH 2.1	pH 8.0	pH 2.1	pH 8.0
結合態%	—	0	3	89	73	—
遊離イオン%	—	100	97	11	27	—

れており⁴⁾、発芽のための養分が集積する仁の部分において、必要な金属元素の集積が進むのと同時に、果肉部分の金属が消費されることも考えられた。その結果、白干梅果肉の場合カリウム濃度が減少するのに対し、カルシウム、マグネシウムが増加し、また白干梅から調味梅干しへの加工により、ナトリウム、カリウム濃度に減少傾向が認められたものの、他のアルカリ土類元素などには著しい変化は認められなかった。以上のことより、梅干しがこれらのアルカリ土類元素の供給源となっていることが確認され、減塩処理してもアルカリ食品としての機能は保持されているものと考えられた。さらに、一連の加工過程を比較した結果、原料として用いた塩のミネラル組成が白干梅に反映されることが明確になった。特に今回用いた原料塩で濃度差が大きかったマグネシウムにおいては、その差が白干梅の1粒あたり含有量に明確に反映されていた。現在中国や台湾などから輸入される南高梅による原産地を偽装した梅の流通が問題となりつつあるが、使われる原料塩の特定が可能な場合、これらのデータが白干梅の産地を特徴づけるものとなると考えられる。一方、マンガン、ストロンチウムにも同様な原料塩中の濃度の反映がみられたが、マンガンの場合には、生梅に含有されるマンガンの量によって影響され、ストロンチウムでは結果が一定しないことが認められ、今後さらに検討を進める必要がある。加工によるミネラル濃度変化は一般に果肉よりも仁で小さかった。仁は核内に存在しているため加工過程でのミネラルの移動が物理的に抑制されているものと考えられるが、仁が植物学的には子葉であって果肉部分より梅酢が浸透しにくいこともミネラル成分の変化が少ない理由となっているものと推測される。仁のpHは、塩漬け加工後も4程度で、果肉の2程度と比べてかなり高かった。これらのことも果肉部分の有機酸成分の流入が阻止されていることを示していると考えられる。

分析した金属元素とクエン酸との錯体の安定度定数(pH 2における条件安定度定数)が、鉄以外の金属でマイナスの値になるのに対し、鉄ではそれが+3以上になることから、計算上鉄のみがpH 2でクエン酸と錯体を作りうる。微量金属成分の解析の結果、白干梅で鉄濃度の著しい増加が認められたが、これは梅干し中に高濃度に含まれる有機酸、特にクエン酸と鉄がキレート結合して濃縮された結果であると考えられた。一方、カリウムとカルシウムはpHが2.1の白干梅中では遊離の状態が存在し、加工過程

で流出しやすいといえ、これらの結果は梅干し加工過程での元素の挙動(流出・集積)を説明しうるものである。一粒あたりの鉄含有量は約0.1 mgでヒトの一日あたり必要量10 mgの1%にすぎないが、この鉄は原料塩中に含まれていたものと推定され、梅干し1粒中には1gに近い量の有機酸が含まれるため、鉄含有量の高い資材が組み合わされれば、さらに高濃度の鉄がキレート化され集積されるものと推測される。調味梅干しに加工しても鉄の濃度に大きな変化が認められなかったことから、鉄栄養の上から梅干しはさらに注目してよい食品と考えられる。

過熟南高梅に含まれる有機酸成分のうち、クエン酸が84%を占め、リンゴ酸は9%にすぎなかった(表5)。乙黒らは山梨の梅の品種である‘甲州小梅’の成熟に伴う有機酸含量を検討し、そのなかでリンゴ酸が収穫直後より急激に減少することを報告しており、これについて梅が成熟および追熟に伴って呼吸が増大するクライマクテリック型果実であり、またリンゴ酸が呼吸によって消費される基質であることに由来することを指摘している⁵⁾。また別報において過熟に至るまでに梅のリンゴ酸含量が86%から39%に減少するのに対し、クエン酸が8%から60%へと急激に含有率を高めることを報告している⁶⁾。南高梅に含まれるクエン酸含量が著しく高いのは、過熟により自然落下した南高梅において、これらの成熟に伴う変化が極端に進んだ結果であると考えられる。十分な熟成を受けることによって南高梅は有機酸、とくにクエン酸の摂取用食品としても高い価値を持つことが判明した。

梅果実は、梅干しの他梅肉エキスとしても利用されており、民間薬として殺菌、下痢止めなどの各種の薬効があるとされてきた⁷⁾。なかでも、梅肉エキスは血液の流動性を高める作用があることで近年注目を集めており、Chudara⁸⁾は、この作用は梅果実に含まれるムメフラールとクエン酸によると述べている。またUtsunomiyaら⁹⁾は、梅肉エキスが心臓血管(cardiovascular)の保護作用を有することを認めており、血液の流動性と関連が考えられる。近年、この効果が梅干にも認められた。菊池ら¹⁰⁾は、平均果肉重量12gの調味梅干し1ないし2個を食べた被験者の、梅干摂取直前および摂取1時間後に採血した血液のMC-FAN(Bloody 6-7)通過時間を比較し、全血流動性に及ぼす影響を調べて、梅干し摂取により通過時間が有意に低下することを認めた。菊池らはさらに、クエン酸によるカルシウムイオンのキレート化が血小板凝集を抑制することを述べ、唾液の分泌促進が血液の流動性を促進することを推定している。今回有機酸を分析した白干梅では少なくともこれらの効果が期待される結果となったが、一般的に販売されている調味液加工を受けた梅では、pH調整のためキレート剤が使用され、また柔らかい果肉を保護する目的で、果皮を強化する水酸化カルシウム等を添加することによりpHが3程度になっているものが存在する¹¹⁾。今

後南高梅を原材料として販売されている梅干しについても調味加工によるミネラル成分の摂取効率などを検討する必要があると考えられる。

要 約

和歌山県産の南高梅について、過熟梅果実から塩漬け、脱塩・調味液加工する際の各種ミネラル含量等の変化について検討した。塩漬け加工の際、カルシウムとマグネシウムは増加又はほぼ同じ量となり、カリウムは減少した。微量元素のうち鉄は塩漬け加工によって著しく増加した。また、塩のミネラル組成が塩漬け梅のミネラル組成に大きく影響することが認められた。脱塩・調味液加工により、可食部分におけるナトリウム濃度は減少したが、カルシウム、マグネシウム含量に大きな変化は認められなかった。またカリウムは減少したがかなりの部分残存しており、減塩処理してもアルカリ食品としての機能が保持されているものと考えられた。全てのミネラル濃度の変化は果肉よりも仁で小さかった。果肉部の有機酸は大部分が調味加工後も残存しており、これによりもたらされる低 pH が梅干しのミネラル組成に影響している可能性が示唆された。

謝 辞

本研究を実施するにあたり、和歌山県農林水産技術総合センター三宅英伸、行森啓氏には試料の提供や梅干加工技術についてお教え頂いた。また、和歌山県南部村、南部川村の梅農家の方々には、試料の作成、生梅のサンプリングでご協力頂いた。記して感謝申し上げます。

本研究は農林水産省農林水産研究高度化事業「野菜・茶およびウメの原産地表示判別技術の開発」の研究費により実施された。

文 献

- 1) 「五訂食品成分表」, 食品成分研究調査会編 (医歯薬出版, 東京) pp. 98-99 (2001).
- 2) 小林恭一, ウメ, 「食品加工総覧 素材編 11 巻」, (農山漁村文化協会, 東京), pp. 82-89 (2000).
- 3) 垣内典夫, 森口早苗, ウメ果汁の糖液抽出に対する品種と熟度の影響, 日食工誌, **32**, 677-684 (1985).
- 4) 小畑 仁, 水稲内における亜鉛の挙動, 「植物と金属元素」, 日本土壌肥料学会編 (博友社, 東京), pp. 123-166 (1982).
- 5) 乙黒親男, 小宮山美弘, 金子憲太郎, 小梅 '甲州小梅' 果実の生理特性と成分に及ぼす収穫時期および貯蔵温度の影響, 日食低温誌, **20**, 73-79 (1994).
- 6) 乙黒親男, 金子憲太郎, 小ウメ果実の生育・成熟過程における成分の変化について, 日食低温誌, **20**, 13-21 (1994).
- 7) 中村アツコ, 梅肉エキスの有機酸, 遊離アミノ酸と糖の組成および調製過程における遊離アミノ酸と糖の変化, 日栄食誌, **48**, 232-235 (1995).
- 8) Chuda, Y., Ono, H., Ohnishi-Kaneyama, M., Matsumoto, K., Nagata, T. and Kikuchi, Y., Mumeifural, citric acid derivative improving blood fluidity from concentrate of Japanese apricot (*Prunus mume* Sieb. et Zucc.). *J. Agric. Food Chem.*, **47**, 828-831 (1999).
- 9) Utsunomiya, H., Takekoshi, S., Goto, N., Utatsu, H., Motley, E.D., Eguchi, K., Fitzgerald, T.G., Mifune, M., Frank, G.D., and Eguchi, S., Fruit-juice concentrate of Asian plum inhibits growth signals of vascular smooth muscle cells induced by angiotensin II. *Life Science*, **72**, 659-667 (2002).
- 10) 菊池佑二, 菊池裕子, 高橋千栄子, 磯野厚子, 梅干し摂取の全血通過時間に及ぼす影響, 日本ヘモレオロジー学会誌, **6**, 37-40 (2003).
- 11) Odake, S., Otoguro, C. and Kaneko, K., Effect of Calcium-compound Addition on the physical Properties and tissue structure of seasoned 'Umeboshi': Investigation of actual condition of commercially prepared products and verification of products prepared in a laboratory. *Food Sci. Technol. Res.*, **5**, 82-89 (1999).

(平成 17 年 5 月 2 日受付, 平成 17 年 7 月 15 日受理)