

梅酒及び漬け梅果肉の抗変異原性

玉置 ミヨ子
堀野 成代
江幡 淳子

緒 言

飛鳥時代に原産地・中国から青梅を薫製にした漢方「烏梅」が輸入され、江戸時代になってわら灰に寝かせた完熟梅に古酒と砂糖をいれて果実の薬効成分を浸出させ、薬用酒として利用したことから「梅酒」という言葉が使われるようになったといわれている。その後梅酒は庶民の代表的果実酒として日常的に飲用されるようになった。

近年食物摂取の仕方が生活習慣病の発症と密接な関係のあることが明らかにされ、食品の栄養的・嗜好的価値ばかりでなく機能的価値について、多くの関心が寄せられるようになってきた。特に植物性食品においては、これを多く摂取する人々の癌罹患率や死亡率の低いことが疫学的調査や実験的研究で立証されており、発癌機構の研究と相まって食品成分による癌抑制機構の研究も次第に活発になってきている。

本研究では、梅酒やその漬け梅について従来の薬理的効果にとどまらず新しい機能性を追究することを目標とした。

そのための手段として、微生物を用いた変異テスト (Ames test) を採用した。発癌性を有する化学物質は体内に入ると肝臓で代謝され、細胞の遺伝子に突然変異を起こすことが知られており Ames testはこの原理を微生物の細胞に適用したもので、短期間で少量の試料で検出できる。魚に含まれる二級アミンと塩蔵野菜や唾液の亜硝酸がヒトの胃のなかに入ると非酵素的に発癌物質、N-nitrosodimethylamine (NDMA) を生成することが知られている。そのほかにもいろいろな環境変異原物質が知られているが、ヒトの食生活において避けられないNDMAに注目し、梅酒並びに漬け梅果肉の抗変異原性を調べることとした。今回の研究結果において、梅酒の一成分であるアルコールが微量で高い変異原性抑制活性を示すことが明らかにされた。また、梅果肉中には加水分解によって抗変異原性を発現する複数成分の存在することが示唆された。

実験方法

1、実験材料及び試料の調製

1) 梅酒及び漬け梅果肉

梅酒原液：市販されているチョーヤ梅酒（株）の梅果実入り梅酒、商品名「ブラQ」及び青梅1.0 kgを氷砂糖500 gと共にアルコール分35度果実酒用焼酎1.8 Lに漬け込み、一年間常温で熟成させて得られた「自家製梅酒」を梅酒原液とした。

漬け梅果肉水抽出液：チョーヤ製、自家製共に梅酒より漬け梅を引き上げ、水気を軽く拭き取り、5.0 gを細片し精製水15 mlを加えて20,000 rpm、10 minホモジナイズし、その後、高速冷却遠心分離器で、10,500 rpm、10 min遠心分離し、得られた上清を25 mlに定容した。これをセルロースアセテート0.45 μ mのメンブランフィルターで濾過し漬け梅果肉水抽出液とした。

2) チョーヤ梅酒うめペースト

(1) 梅酒うめペースト水抽出液：使用したチョーヤ梅酒うめペーストは梅酒熟成後、引き上げられた梅酒うめを180℃前後の過熱蒸気を用いて5 min前後加熱し、軟化させた果肉部から種を分離して0.5 mmの間隔で摩細し、さらに1 mmのメッシュで濾過して製造されたものである。規格書による組成は水分70±2%（アルコールを含む）、エチルアルコール13.0±1.0%、Bx（糖度系示度）33±2%、酸度（クエン酸酸度）1.8±0.2 gである。このペースト5.0 gを上記述べた漬け梅果肉水抽出液と同様にホモゲナイズし、遠心分離後、上澄液を25 mlとし、メンブランフィルターで濾過滅菌し、うめペースト水抽出液とした。

(2) 梅酒うめペースト加熱乾燥水抽出液：梅酒うめペースト5.0 gを105℃、60 min加熱乾燥した後うめペースト水抽出液の場合と同様に処理してうめペースト加熱乾燥水抽出液を作製した。

(3) 梅酒うめペースト水抽出凍結乾燥標品の作製：梅酒うめペースト200 gに精製水600 mlを加え、ミキサーで、11,500 rpm、5 min攪拌・抽出し、精製水700 mlを加えて遠心チューブに分注し10,000 rpm、30 min冷却遠心分離した。上澄液を凍結乾燥して飴状標品（49.0 g）を得た。この0.98 gを精製水に溶解し、10mlに定容した。これを、オートクレーブで120℃、20 min殺菌（粘性が高くフィルター滅菌不可能）し梅酒うめペーストの水抽出凍結乾燥試料液とした。

(4) 梅酒うめペースト水抽出凍結乾燥標品の酸加水分解と分取薄層クロマトグラフィー（preparative thin-layer chromatography, PLC）による分離：上記の水抽出凍結乾燥試料50 mgを1N硫酸で105℃、60 min処理したのち、水酸化バリウムで中和し沈殿を除去し酸加水分解物（2.0 ml）を得た。この酸分解物1060 μ lを調製用シリカゲル薄層板（2 mm厚さ、

20cm×20cm) の下端から2 cmの位置につけてトルエン・酢酸エチル・酢酸 (5 : 4 : 1) 溶媒で、室温、80 min展開し、紫外可視検出器UV-8020で吸収の認められた原点以外のRf 0.45、Rf 0.58、Rf 0.62の部分を掻き取り遠心チューブに入れてシリカゲルの量に応じて、それぞれ20 ml、7.5 ml、5.0mlの精製水を加えて、室温、2 hr抽出したのち、15,000 rpm、10 min遠心分離した。上澄液を集め、沈殿物に再度5.0 ml、2.5 ml、2.5 mlの精製水を加えて同様に抽出した。1回目、2回目の抽出液をあわせて減圧濃縮して水分を除去し、精製水1 mlを加えて105 °C、10 min高压滅菌し、うめペースト水抽出・酸加水分解物のPLC分画液とした。

3) 梅酒蒸留液及びエタノール

チョーヤ梅酒液150mlを蒸留し、エタノールを主留分とする83.5 mlに精製水を加えて100 mlとしアルコール41.4%の蒸留液を得た。対照試験に市販特級エチルアルコール (99.5%) を用いた。

2、抗変異原性試験

抗変異原性の測定は既報¹⁾のごとくAmesテスト²⁾の原理に基づき、江幡らが開発した感度の高い改良法^{3) 4)}を用いて実施した。変異原物質NDMA (50 μg/plate) がS9 mix (アセトン投与・絶食誘導処理ラット肝ミクロソーム画分とNADPH生成系を含む) によって代謝されて生じる活性化体によって試験菌*Salmonella typhimurium* TA-100株はヒスチジン要求性から非要求性に復帰変異する。活性化によって生じた変異コロニー数 (A)、試料添加により生じた変異コロニー数 (B)、NDMAを含まない活性化反応液のみにより生じた自然突然変異コロニー数 (C) を測定し、次式によってNDMAの変異原性に対する試料の抑制率を算出した。尚、試料の毒性の有無を調べるために変異原試験による生存菌数の測定も同時に行った。

$$\text{抑制率 (\%)} = 100 \times (A-B) / (A-C)$$

結果 及 び 考 察

1、チョーヤ梅酒うめペーストおよび梅酒漬け梅果肉の水抽出画分の変異原性抑制作用
梅酒製造時に副産物として得られるチョーヤ梅酒うめペーストの水抽出液を用いて元のうめペースト2、4、6、8、10 mgに相当する量を添加し、変異原性テストを行った結果、NDMA50 μgに対する変異コロニー数はTable 1の通りである。これをFig.1-aに図示した。これらの結果からうめペーストの濃度の上昇とともに変異コロニー数は減少しており、こ

れを抑制率で示すとFig.1-bのようで、ペーストの用量に依存して抑制率が増加していることが明らかである。この結果はうめペースト中にNDMAの変異原性を抑制する成分が存在することを示している。一方、同じ梅酒うめペーストの水抽出液がFenton反応によって生じるヒドロキシルラジカル ($\cdot\text{OH}$) の消去作用を有することを捕捉剤5,5-dimethyl-1-pyrroline-N-oxide (DMPO)を用いたESR法で調べた結果、用量依存的にDMPO-OHのシグナルが減少することが明らかになった⁵⁾。

自家製梅酒の漬け梅果肉から水抽出した画分についても試料液の濃度の上昇とともに変異コロニー数は減少し (Table 2)、変異原性の抑制が認められた (Fig. 2)。しかしその抑制率は、元の果肉10mgにつき、自家製梅酒うめでは20.6%、市販のチョーヤ梅果実入り梅酒「プラQ」で20.5%であった。チョーヤ梅酒うめペーストの抑制率89.9% (Table 1)に比べこのような低い抑制率を示したのは水抽出に用いた材料の水分含有量の違いによるものであらうと推定した。

チョーヤ梅酒うめペーストの水抽出凍結乾燥試料および加熱乾燥水抽出試料について変異原性テストを実施した結果をTable 3に示した。処理前の抑制率はペースト10mg当たり90%近い抑制率 (Table 1) を示したのに比べ、凍結乾燥処理によって5.6%以下に、加熱処理によって13.5%に低下した (Table 3)。このような顕著な抑制率の低下は、うめペースト中の変異原性抑制成分が凍結乾燥や加熱乾燥によって消失しやすい成分であると推定した。

Table 1. Suppressive effects of ume-paste on NDMA-induced reversion in *S. typhimurium* TA100

Dose of ume-paste (mg / plate)	Number of revertants per plate					Suppression %
	Plate No.			Mean \pm S D	- None	
	1	2	3			
None(negative control)	120	120	121	120 \pm 0.58	0	
NDMA(positive control)	3163	3141	3278	3194 \pm 73.6	3074	0
NDMA + 2	3311	2340	3005	2885 \pm 496	2765	10.1
NDMA + 4	2291	2098	2018	2135 \pm 140	2015	34.5
NDMA + 6	1302	1040	828	1056 \pm 237	936	69.6
NDMA + 8	858	768	868	831 \pm 55	711	76.9
NDMA + 10	415	442	440	432 \pm 15	312	89.9

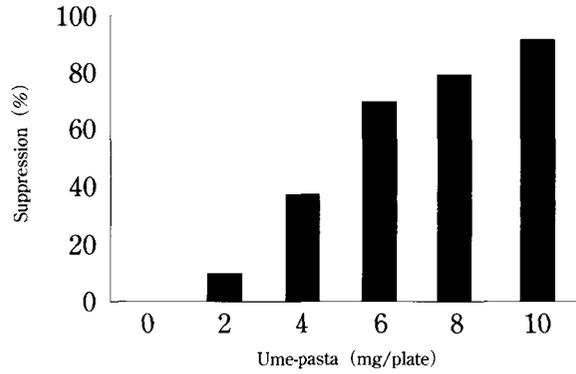


Fig. 1-b Suppression of NDMA-induced mutagenesis in *S. typhimurium* TA100 with choya ume-paste

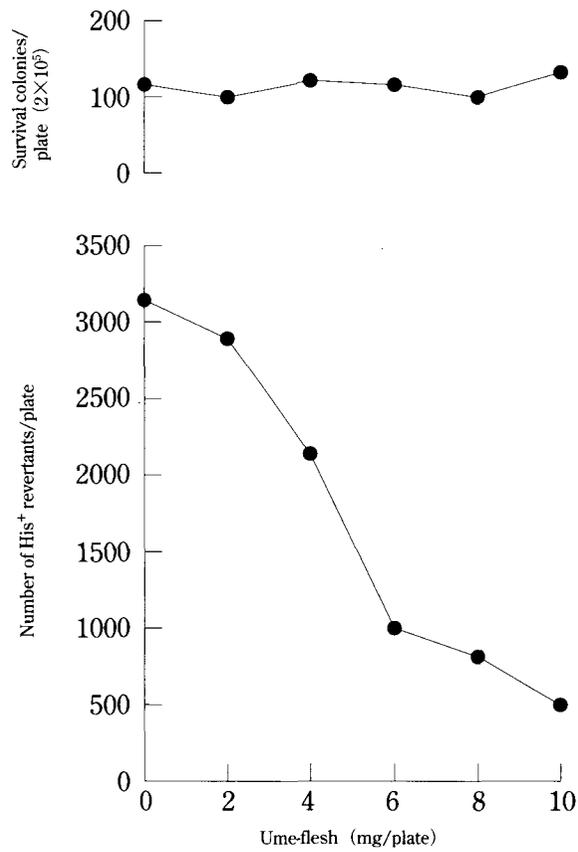


Fig. 1-a The effects of increasing concentrations of Choya ume-paste on NDMA-induced mutagenesis in *S. typhimurium* TA100

梅酒及び漬け梅果肉の抗変異原性

Table 2. Suppressive effects of ume-flesh dipped out of the home-brewed liquor on NDMA-induced reversion in *S. typhimurium* TA100.

Dose of ume-flesh (mg / plate)	Number of revertants per plate					Suppression %
	Plate No.			Mean ± S D	- None	
	1	2	3			
None(negative control)	101	106	98	102±4.04	0	
NDMA(positive control)	3958	4015	3988	3987±28.5	3885	0
NDMA + 2.5	4008	3923	3808	3913±100	3811	1.9
NDMA + 5.0	3530	3810	3671	3670±140	3568	8.2
NDMA + 7.5	3300	3254	3517	3357±140	3255	16.2
NDMA + 10.5	3251	3100	3210	3187±78	3085	20.6

Table 3. Suppressive effects of freeze-dried and heat-dried ume-paste on NDMA-induced reversion in *S. typhimurium* TA100.

Dose of treated ume-paste (mg / plate)	Number of revertants per plate					Suppression %
	Plate No.			Mean ± S D	- None	
	1	2	3			
None(negative control)	94	88	79	87±7.5	0	
NDMA(positive control)	2643	2302	2609	2518±187	2431	0
NDMA + freeze-dried 8	2528	2507	2645	2560±74	2473	-1.7
NDMA + 12	2354	2413	2379	2382±30	2295	5.6
NDMA + 16	220	2166	2257	2208±46	2121	12.8
NDMA + 20	1958	2076	2077	2037±68	1950	19.7
NDMA + heat-dried 10	2338	2190	2042	2190±48	2103	13.5

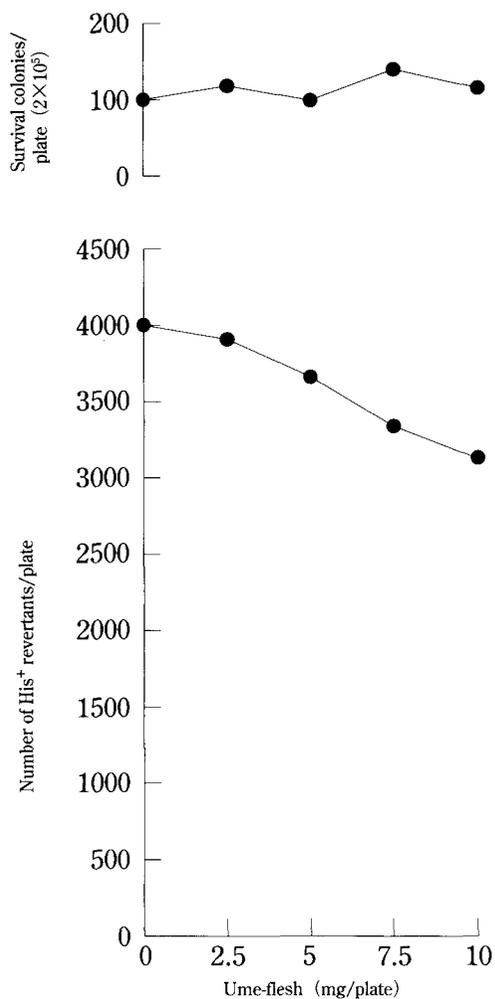


Fig. 2 The effects of increasing concentrations of ume-flesh dipped out of the home-brewed liquor on NDMA-induced mutagenesis in *S. typhimurium* TA100

2、梅酒のNDMA変異原性抑制効果

漬け梅を取り除いた梅酒そのものについて変異原性抑制活性を調べるために自家製梅酒の原液を10~200倍の範囲に希釈した試料液を用いて変異原性の抑制を調べた。試料の希釈倍数に伴い抑制率は低下した (Table 4, Fig. 3-a)。検定菌の生存に影響のない梅酒の10倍希釈液では98.8%、200倍希釈液でも39.1%の抑制率を示した (Fig.3-b)。この結果は梅酒の変異原性抑制効果が極めて大きいことを示している。

梅酒における変異原性抑制効果は、梅果実より浸出された物質によるか、あるいは梅酒の主成分であるエタノールよることが考えられた。高い変異原性抑制を示したうめペーストには13%のエタノールが含まれていたこと、このうめペーストが凍結乾燥や加熱乾燥によ

って抑制活性を著しく失ったことと梅酒自身が高い変異原性抑制を示したことを併せ考えると変異原性抑制作用物質はエタノールではないかと考えるに至った。

Table 4. Suppressive effects of the home-brewed ume-liquor on NDMA-induced reversion in *S. typhimurium* TA100.

Dose of ume-liquor (%)	Number of revertants per plate					Suppression %
	Plate No.			Mean \pm S D	- None	
	1	2	3			
None (negative control)	94	95	105	2698 \pm 191	0	
NDMA (positive control)	2899	2518	2677	2698 \pm 191	2600	0
NDMA + ume-liquor 0.5	1786	1543	1714	1681 \pm 125	1583	39.1
NDMA + 0.8	1298	1300	1488	1362 \pm 109	1264	51.4
NDMA + 1.0	1198	1231	1345	1258 \pm 77	1160	55.4
NDMA + 2.5	394	435	455	428 \pm 31	330	87.3
NDMA + 5.0	198	223	194	205 \pm 16	107	95.9
NDMA + 10.0	120	135	129	128 \pm 8	30	98.8

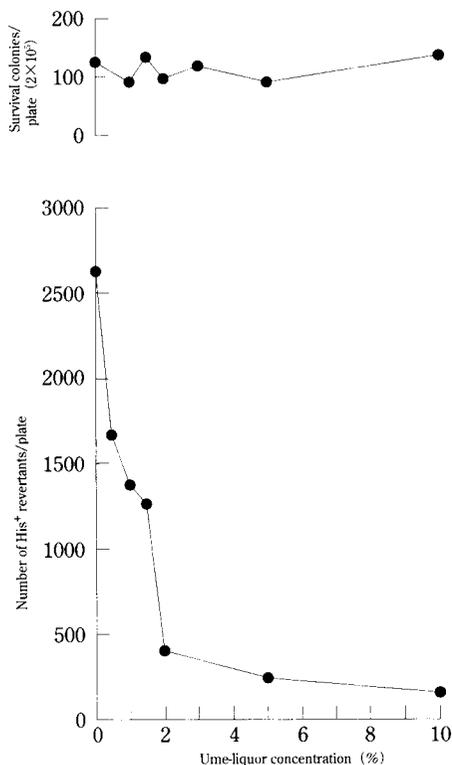


Fig. 3-a The effects of increasing concentrations of the home-brewed ume-liquor on NDMA-induced mutagenesis in *S. typhimurium* TA100

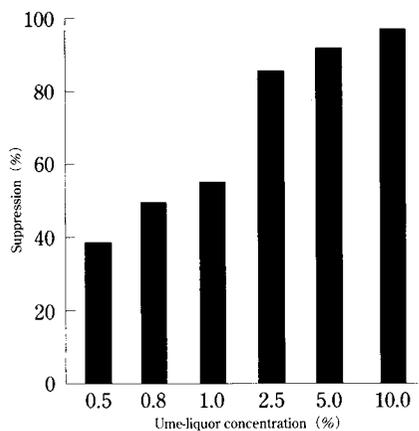


Fig.3-b Suppression of NDMA-induced mutagenesis in *S. typhimurium* TA100 with the home-brewed ume-liquor

3、梅酒蒸留液及びエタノールのNDMA変異原性抑制活性

上述の結果をさらに追究するために、梅酒蒸留液並びに比較のための試薬として特級エタノールについてNDMAの変異原性抑制実験を行った (Table 5、Table 6)。梅酒蒸留液はそのアルコール濃度に依存して変異原性を抑制することが立証されたばかりでなく、比較のために用いた試薬エタノールも濃度に依存して抑制を示した (Fig. 4)。また、両者の抑制率はそのアルコール濃度に関して同程度であった。この結果は、梅酒及び漬け梅果肉の変異原性抑制の主成分はエタノールである可能性を強く示唆した。

江幡らはNDMAの変異原性テストの感度を増強するために、アセトン並びに飢餓誘導したラット肝臓S9を用いた³⁾が、このS9からシトクロムP-450 2E1を精製し、コファクターと共に最適pH6.4でNDMAを代謝活性化させるとスーパーオキシド ($O_2^{\cdot-}$) を経由して $\cdot OH$ を生成することを立証した⁶⁾。このNDMAの変異原性発現について古川ら⁷⁾は、ラジカルによる新しい反応機構を提唱した。これらの研究結果とCzapski, G.⁸⁾が詳述しているヒドロキシルラジカルの性質に基づいて、エタノールのNDMAに対する変異原性抑制作用の機構を次のように推定した。

NDMAの代謝活性化によって生成した $\cdot OH$ はエタノール (CH_3-CH_2-OH) の水素原子を引き抜きcarbon-centered $CH_3\cdot-CH-OH$ ラジカルあるいはエチルアルコールのOH基の水素原子を引き抜いて $CH_3-CH_2-O\cdot$ ラジカル ($R\cdot$ と一括) を生じ自らは H_2O になる。この $R\cdot$ ラジカルは酸素と反応してパーオキシルラジカル ($RO_2\cdot$) を形成し、さらにバイラジカル反応によって、 $RO_2\cdot + RO_2\cdot \rightarrow ROOR + O_2$ の反応が進行すると考えられる。以上のような反応機構を考えるとヒドロキシルラジカルは消去され、NDMAの変異原性が抑制されたことが理解できる。今後さらに詳細な研究によってこの反応機構を立証したいと考えている。最近D. B-Rousselotら⁹⁾は、ヒト血清から精製したLDL (3 g liter^{-1}) にエタノール (終濃度 $0.42 \times 10^{-2} \sim 17.00 \times 10^{-2}\text{ mol liter}^{-1}$) を添加して γ 線照射を行い、過酸化物の生成を測定しエタノールを添加しない場合と比較した。その結果、エタノールはLDLに含まれる抗酸化物質の消費速度を低下させ、したがって脂質過酸化物の生成も減少し、共役二重結合およびthiobarbituric acid-reactive substances (TBARS) の生成開始も遅らせたことを明らかにした。この試験系では最も低いエチルアルコール濃度 ($0.42 \times 10^{-2}\text{ mol liter}^{-1}$) で、OHと反応し、完全に $RO_2\cdot$ に変換されると述べている。この濃度はわれわれがアルコールの抗変異原性を調べた濃度の範囲と一致している。著者らはこの結果は適度のワイン摂取が生体酸化ストレスの排除により効果を期待できるのではないかと述べている。このエタノールの抗酸化性とわれわれの実験で得られた梅酒あるいは梅酒うめペーストの抗変異原性はどれも $\cdot OH$ の消去に基づくことにおいて全く共通しており興味深い。

梅酒及び漬け梅果肉の抗変異原性

Table 4. Suppressive effects of the home-brewed ume-liquor on NDMA-induced reversion in *S. typhimurium* TA100.

Dose of ume-liquor (%)	Number of revertants per plate					Suppression %
	Plate No.			Mean \pm S D	- None	
	1	2	3			
None (negative control)	94	95	105	2698 \pm 191	0	
NDMA (positive control)	2899	2518	2677	2698 \pm 191	2600	0
NDMA + ume-liquor 0.5	1786	1543	1714	1681 \pm 125	1583	39.1
NDMA + 0.8	1298	1300	1488	1362 \pm 109	1264	51.4
NDMA + 1.0	1198	1231	1345	1258 \pm 77	1160	55.4
NDMA + 2.5	394	435	455	428 \pm 31	330	87.3
NDMA + 5.0	198	223	194	205 \pm 16	107	95.9
NDMA + 10.0	120	135	129	128 \pm 8	30	98.8

Table 5. Suppressive effects of the distillate from ume-liquor on NDMA-induced reversion in *S. typhimurium* TA100.

Dose of distillate of ume-liquor (mM as ethanol)	Number of revertants per plate					Suppression %
	Plate No.			Mean \pm S D	- None	
	1	2	3			
None (negative control)	96	94	86	92 \pm 5.29	0	
NDMA (positive control)	3015	2834	3133	2994 \pm 150	2902	0
NDMA + distillate 0.1	2516	2238	2566	2440 \pm 177	2348	19
NDMA + 0.6	2047	1985	2103	2045 \pm 59	1953	32.7
NDMA + 1.2	1478	1538	1430	1482 \pm 54	1390	52.1
NDMA + 3.1	1021	897	944	954 \pm 63	862	70.3
NDMA + 6.1	375	403	395	391 \pm 14	299	89.7
NDMA + 12.2	102	90	119	104 \pm 15	12	99.6

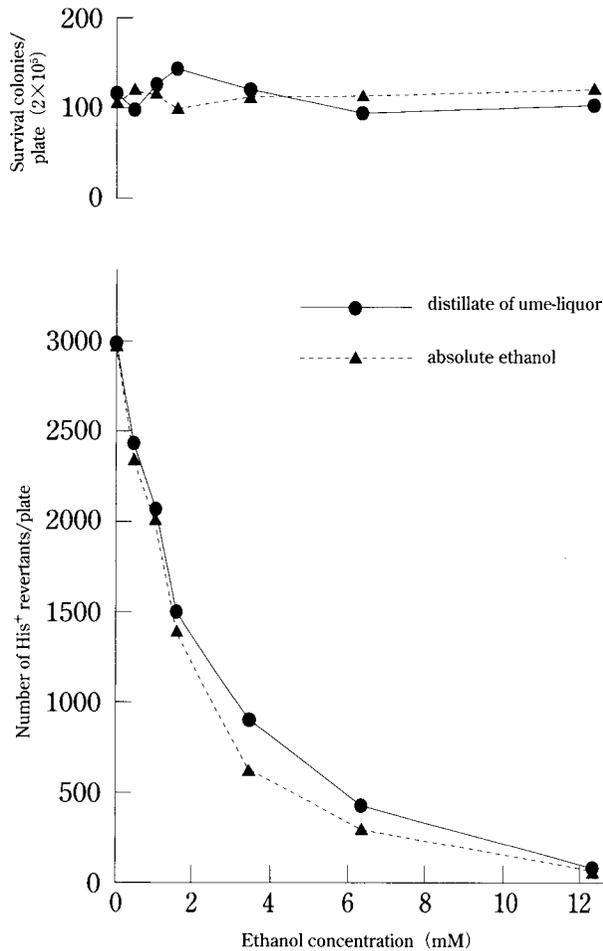


Fig. 4 Inhibiting effects of ethanol in distillate of ume-liquor on NDMA-induced mutagenesis in *S. typhimurium* TA100

4. うめペースト凍結乾燥品酸加水分解物の分取薄層クロマトグラフィー (PLC) による分画抽出液の変異原性抑制活性

梅酒の製造過程で生じる梅酒うめペーストにはエタノール以外に梅そのものに由来する変異原性抑制成分が存在すると考え検索を試みた。その手がかりとして、アルコールを除去したうめペーストの水抽出物(水抽出凍結乾燥標品26.5mg相当量)を酸加水分解し、PLCで分離された紫外線吸収を示す3つのバンド (Rf 0.45, Rf 0.58, Rf 0.62) より抽出した画分を加熱殺菌し変異原テストに供した。その結果はTable.7に示されるように、いずれも用量依存的にNDMAの変異原性を抑制した。このことより、梅酒うめペーストは酸分解により抗変異原性を示す3種の成分を含んでいることが明らかとなった。また、これらの画分は何れも・OHに対する消去作用を示した⁵⁾。このような生理的機能を持った梅酒うめペーストは新しい食品素材として期待できると考えられるので、今後の研究課題としたい。

白坂ら¹⁰⁾は、梅酒を酢酸エチルで抽出し、クロロホルム可溶画分より溶媒分画し、Amberlite XAD-2カラム、Wakogel C-100カラム、Sephadex LH-20カラムおよびHPLCによる精製を順次行って20 Lの梅酒より精製試料21 mgを得た。構造解析の結果この物質はリグナン類の一化合物(+)-Lyoniresinolであることが証明された。この物質のリノール酸の酸化に対する抗酸化活性はトコフェロールとほぼ同程度であることが報告された。この抗酸化機構については現在のところ不明である。我々が抽出したうめペーストの抗変異原性成分との関連については今後の研究にまたねばならない。

梅にはいろいろな効能があるといわれ、古くから薬用に供されてきたが、すべて科学的に解明されたわけではなく、経験的あるいは伝承的な要素も残っている。しかも米食を中心とした日本人には極めて身近な食材であり、健康志向が高まるなかで、だれもが伝統食品として揺るぎない価値を認めているだけに、梅の機能性に関する研究は今後の必須課題と考えられる。

Table 7 Antimutagenicities of acid-hydrolysate of ume-paste against NDMA

Acid-hydrolysate of ume-paste (μ l/plate)		Mean number of revertants per three plates	Suppression %
None (negative control)		102 \pm 11	
NDMA (positive control)		3256 \pm 78	0
Rf 0.45	5.0	2540 \pm 80	28.8
	12.5	1973 \pm 80	45.3
	25.0	785 \pm 42	80.0
Rf 0.58	5.0	3130 \pm 209	11.6
	12.5	2839 \pm 40	20.1
	25.0	2030 \pm 144	43.7
Rf 0.62	5.0	3187 \pm 0	9.9
	12.5	2190 \pm 160	18.0
	25.0	2181 \pm 145	39.3

要 約

梅の加工品の一つとして梅酒とその副産物である漬け梅果肉の水抽出画分について Ames法を用いて変異原物質NDMAに対する抑制作用の影響を調べ、更に変異原性抑制活性に関与している成分について検討した。

●梅酒（自家製）原液の10倍～200倍希釈液はNDMA（50 $\mu\text{g}/\text{plate}$ ）の変異原性を用量依存的に抑制し、抑制率は10倍希釈液（原液5 $\mu\text{l}/\text{plate}$ 相当量）で98.8%、200倍希釈液（原液0.25 $\mu\text{l}/\text{plate}$ に相当）で39.1%を示し、梅酒は極めて少量でNDMAの変異原性をほぼ完全に抑制することが明らかになった。

●漬け梅果肉部のアルコール分を蒸発させないで製造されたうめペーストの水抽出液（うめペースト2～10 mg/ plate相当量）は梅酒同様、用量依存的にNDMAの変異原性を抑制したが、うめペーストを凍結乾燥したり加熱乾燥するとその抗変異原性は消失した。この結果より、うめペースト加熱により消失しやすい成分は残留しているアルコールではないかと推定した。

●梅酒を蒸留して得たエタノール主留分および試薬特級のエタノールの濃度を菌の生存数に影響しない低濃度（0.1～12.3 mM）範囲で代謝活性化を行い変異原性抑制効果を調べた結果、両者とも濃度に依存して同程度の抑制率が示され、12.2 mMの添加で梅酒を蒸留して得たエタノール主留分は99.6%の抑制率を示した。これはプレートあたり0.68 μmole のNDMAの変異原性を12.5倍量のエタノール8.5 μmole でほぼ100%抑制したことを示唆している。

●以上の結果から、梅酒及び漬け梅果肉における変異原性抑制効果は、梅酒醸造に用いられた醸造アルコールが大きく関与していたことが明らかになった。この抑制はNDMAの代謝活性化によって生成するヒドロキシラジカルをエタノールが消去したことによると考え、その機構を提唱した。

●凍結乾燥したうめペーストの水抽出物を酸加水分解してシリカゲルの分取薄層クロマトグラフィーを行い、分離された3つの画分は何れも高い抗変異原性を示した。この結果より梅酒原料の梅やその他の梅加工品には少なくとも3種の水溶性抗変異原物質が複合体として存在していることが示唆された。各成分の分離は現在進行中である。

謝 辞

本研究を遂行するにあたり、アセトン絶食誘導ラット肝S9を提供して下さった古川秀之名城大学名誉教授並びに梅酒・梅酒うめペーストを提供して下さったチョーヤ梅酒（株）に謝意を表します。

文 献

- 1) 玉置ミヨ子, 堀野成代: 相愛女子短期大学研究論集、45,23 (1998)
- 2) D. M. Maron and B. M. Ames : *Mutat. Res.*, 113, 173 (1983)
- 3) 江幡淳子他: 日本環境変異原学会第21回プログラム要旨集、p. 63 (1992)
- 4) J. Ebata et al. : *Mutat. Res. Suppl.*, 379, 175 (1997)
- 5) 江幡淳子他: 第5回Japanese Society for Food Factors 学術集会、p.43(2000)
- 6) 江幡淳子他: 第19回環境トキシコロジーシンポジウム要旨集p.124(1993)
- 7) H. Furukawa et al. : The proceedings of the 2nd International Conference on Bioradicals p.57 (1998)
- 8) G. Czapski : *Methods in Enzymology*, ed. by Lester Packer, Academic Press, 105, 209(1984)
- 9) D. Bonnefont-Rousselot et al. : *Radiation Res.* , 155, 279 (2001)
- 1 0) 白坂憲章他: 日本食品科学工学会誌、46、792 (1999)