

# 果実酢飲料摂取が精神的ストレス指標および血液流動性に 及ぼす影響

誌名	日本食品保蔵科学会誌
ISSN	13441213
巻/号	436
掲載ページ	p. 275-282
発行年月	2017年11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



## 果実酢飲料摂取が精神的ストレス指標 および血液流動性に及ぼす影響

武曾 (矢羽田) 歩<sup>\*1§</sup>・山本久美<sup>\*2</sup>・折田綾音<sup>\*3</sup>・船越淳子<sup>\*2</sup>  
土肥昌修<sup>\*4</sup>・大和孝子<sup>\*1</sup>・太田英明<sup>\*1,\*3</sup>

\* 1 中村学園大学栄養科学部栄養科学科

\* 2 中村学園大学短期大学部食物栄養学科

\* 3 中村学園大学大学院栄養科学研究科

\* 4 熊手蜂蜜(株)

### Effect of Apple Vinegar Containing Yuzu Juice on Psychological Stress and Blood Flow in Young Women

MUSOU-YAHADA Ayumi<sup>\*1§</sup>, YAMAMOTO Kumi<sup>\*2</sup>, ORITA Ayane<sup>\*3</sup>, FUNAKOSHI Atsuko<sup>\*2</sup>,  
DOI Masanobu<sup>\*4</sup>, YAMATO Takako<sup>\*1</sup> and OHTA Hideaki<sup>\*1,\*3</sup>

\* 1 Department of Nutritional Sciences, Nakamura Gakuen University, 5-7-1 Befu, Johnan-ku, Fukuoka 814-0198

\* 2 Department of Food and Nutrition, Nakamura Gakuen Junior College,  
5-7-1 Befu, Johnan-ku, Fukuoka 814-0198

\* 3 Graduate School of Health and Nutrition Sciences, Nakamura Gakuen University,  
5-7-1 Befu, Johnan-ku, Fukuoka 814-0198

\* 4 Kumate Honey Co., Ltd., 1562 Nankun-machi, Kurume, Fukuoka 830-0004

The effect of the intake of apple vinegar containing yuzu juice on psychological stress was investigated in healthy young women. The subjects used in this study were 16 healthy female university students ( $22 \pm 1$  years old), who ingested 100 ml of the apple vinegar drink twice a day (before breakfast and before supper) for 3 weeks. Next, the changes in the mental stress indices of the group that consumed the drink were compared to those of the control group. In the test, the subjects ingested 100 ml of the test beverage. 30 minutes after the ingestion, they were subjected to a stressor, which was a simple mental task. After this, they were given a 60-min rest. Blood flow and heart rate variability measurements, electroencephalography, and a visual analog scale (VAS) were used to determine the mental stress indices. The blood flow, parasympathetic nerve activity index, and alpha/beta ratio in the group that consumed the drink were significantly higher than those in the control group. There was a correlation between blood flow and alpha waves. From these results, the apple vinegar drink was shown to have a psychological stress-reducing effect.

(Received Mar. 30, 2017; Accepted Oct. 2, 2017)

**Key words:** apple vinegar, mental stress, blood flow, heart rate variability, electroencephalography

リンゴ酢, 精神的ストレス, 血液流動性, 心拍変動, 脳波

酢は世界最古の調味料である。酢の機能性を科学的に調査した研究は多く、これまでに抗菌作用、抗感染症作用、抗酸化作用、血糖調節作用、脂質代謝調節作用、体重低減作用、抗がん作用などが報告されている<sup>1)~5)</sup>。酢の主成分は酢酸であるが、その他にクエン酸、リンゴ酸

などの有機酸やアミノ酸、ポリフェノールなどが含まれる<sup>6),7)</sup>。原料の種類により成分組成は大きく異なるものの、これらの成分が酢の機能性成分として評価されている。

一方、ストレス社会と呼ばれる現代社会においてスト

\* 1 〒814-0198 福岡県福岡市城南区別府5-7-1

§ Corresponding author, E-mail: ayahada@nakamura-u.ac.jp

\* 2 〒814-0198 福岡県福岡市城南区別府5-7-1

\* 3 〒814-0198 福岡県福岡市城南区別府5-7-1

\* 4 〒830-0004 福岡県久留米市南薫町1562

レスを緩和する方法を見出すことは喫緊の課題である。一般にストレスは、身体的ストレスと精神的ストレスに分けられる。このうち、けがや病気などの肉体的あるいは、暑さ、寒さなどの物理的要因によって引き起こされる身体的ストレスは原因が明らかであることから対策しやすいが、目に見えない精神的ストレスは対応が難しい。精神的ストレスは、心理面、行動面、身体面にさまざまな影響を及ぼし、また、過度のストレスはうつ病や不安障害などの精神疾患、消化性潰瘍など重篤な疾患の引き金となる。精神疾患は、がん、脳卒中、急性心筋梗塞、糖尿病とともに医療計画に記載されている5疾病の1つである。2014年のがんの患者数は約160万人、脳卒中が約104万人、急性心筋梗塞（心疾患（約172万人）のうちの1つ）、糖尿病が約316万人であり、精神疾患の患者数（約390万人）が最も多いのが現状である<sup>8)</sup>。また、労働者健康状態調査（2012年）では、仕事や職業生活でストレスを感じている労働者の割合が6割を超えている<sup>9)</sup>。

ストレスという概念を医学・生物学の領域で初めて用いたのはCannonとSelyeである<sup>10),11)</sup>。当初、外からの刺激をストレスサー、それに対する生体の非特異的応答をストレスと呼んでいたが、現在では両者ともストレスと呼び、厳密に区別していないことが多い<sup>12)</sup>。そのため、本研究においても外部刺激をストレス、外部刺激に対する生体応答をストレス応答（ストレス刺激を受けた後の平常状態への回復をストレス緩和）と定義して用いる。

ストレスは日常生活の上で生じることから、ストレスを緩和するための方法も日常生活で容易に取り入れることができるものが望ましい。本研究では対象試料として、昨今急速に市場を広めている嗜好飲料である酢酸を含有する果実酢飲料に着目した。酢酸の機能性の1つに血液流動性を改善することが報告されている<sup>2),13)</sup>。一般に、ストレスがかかると末梢の血液流動性は低下する。そこで酢酸を摂取することで血液流動性が改善しストレスが抑制されるのではないかと考えた。近年の酢の機能性についての研究は、糖代謝や内臓脂肪減少を対象としたものがほとんどであり、精神的ストレスに対する報告は見当たらない。そこで、酢のもつ新たな機能性を探索することを目的として、糖類や果汁を添加した日常レベルで摂取可能な果実酢飲料を作成し試験を実施した。

## 実験方法

### 1. 試験飲料

試験飲料としてリンゴ酢（㈱ミツカン、リンゴ酢）を主体とし、ユズ果汁（山口食品工業㈱、供与品）を10%（w/w）およびハチミツ（熊手蜂蜜㈱、供与品）を30%（w/w）混合した果実酢飲料を用いた。本品を蒸留水で5倍希釈したものを試験飲料とした。試料の提供量は100ml、提供温度は10℃とした。また、対照として蒸留水を用いた。

### 2. 試験飲料の分析方法

(1) 一般成分分析 試験飲料のエネルギー量、タンパク質含量、脂質含量、炭水化物含量、ナトリウム量を求めた。タンパク質含量、脂質含量およびナトリウム量は日本食品標準成分表2015年版（七訂）の一般成分分析方法に準じて行った<sup>14)</sup>。炭水化物含量は差引き法により、エネルギー量は、タンパク質含量および炭水化物含量にそれぞれ4 kcal/g を乗じて算出した。

(2) 有機酸含量分析 有機酸含量の分析はイオンクロマトグラフ法を用いた。すなわち、試験飲料の原液を超純水で150倍希釈し、マイクロフィルター（孔径0.45 μm、セルロースアセテート、Advantec製）で濾過したものを分析に供した。分析はイオンクロマトDX-500（日本ダイオネクス社製）を用い、分析カラム、IonPac AS19（φ4mm×250mm）；ガードカラム、IonPac AG19（φmm×50mm）；サプレッサ、ASRS-ULTRA II（リサイクルモード、232mA）；溶離液流速、1.0ml/min；検出器、電気伝導度検出器；カラム温度、35℃の条件で実施した。分離は超純水および0.1M水酸化ナトリウム水溶液を用い、0.1M水酸化ナトリウム水溶液濃度初期値9%（v/v）から30分後に50%までのリニアグラジエント、30分から35分までは50%で維持する条件で行った。試料溶液中の酢酸、リンゴ酸、クエン酸の同定は標準溶液の保持時間との照合で行い、定量は標準溶液（20mg/l）とのピーク面積の比較により行った。

(3) 滴定酸度分析 滴定酸度は、フェノールフタレインを指示薬とし、0.1M水酸化ナトリウム水溶液で滴定し酢酸換算で求めた。

### 3. 精神的ストレス負荷試験方法

(1) 被験者 被験者は、中村学園大学倫理審査委員会の承認（倫理-11-009）およびヘルシンキ宣言に則りインフォームドコンセントを得た、健康な本学女子学生16名（平均年齢22±1歳、身長157.2±3.1cm、体重50.1±3.3kg）を対象とした。

(2) 試験スケジュール 試験のスケジュールは、試験飲料を朝晩100mlずつ（200ml/日）3週間毎日摂取し、最初に摂取した日から3週間後（22日目）にストレス負荷試験を実施した。さらにウォッシュアウト期間を設け3週間後に蒸留水を用いたストレス負荷試験を行った。なお被験者のうち半分の人数を逆の順序で試験飲料を摂取させるクロスオーバー試験で評価を行った。測定は、午前9時および午後1時の1日2回とし、被験者が女性であるため月経期間を考慮してスケジュールを設定した。

(3) プロトコール ストレス負荷試験のプロトコールをFig.1に示す。試験当日は、ストレス負荷開始2時間前までに食事を済ませ、安静15分後、試験飲料（果実酢飲料または蒸留水）を摂取し、さらに30分間安静にした後、精神的ストレス負荷として新ストルーブ検査II（㈱トーヨーフィジカル）を4分間、続いて内田クレペリン検査（㈱日本・精神技術研究所）を15分間実施する

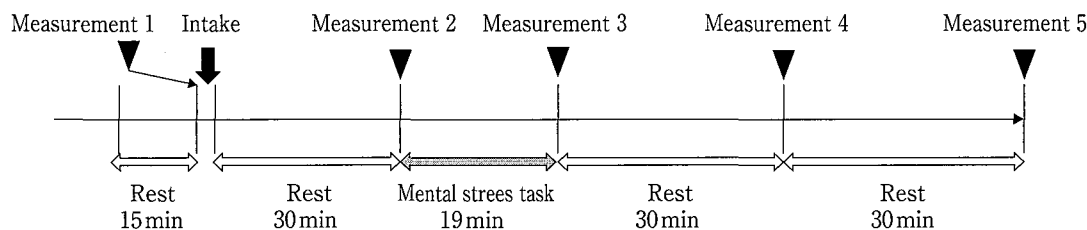


Fig. 1 The experimental protocol

単純作業を負荷した。負荷後、60分間安静状態を保った。ストレス指標の測定は、安静15分後（測定1）、試料摂取30分後（測定2）、精神的ストレス負荷直後（測定3）、ストレス負荷30分後（測定4）およびストレス負荷60分後（測定5）の5回とした。なお、試験は被験者に対する聴覚および室内温度等の影響を避けるため静かな実験室（室温 $25.5 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度 $48.6 \pm 2\%$ ）にて行った。

4. 精神的ストレス負荷試験の測定項目

(1) 客観的ストレス指標 客観的ストレスの評価指標として、血液流動性、心拍変動および脳波の測定を実施した。血液流動性はレーザー血流計ポケットLDF (株JMS) を用いて耳朶の血流量を測定した。心拍変動は、Memcalc/Bonaly Light (株GMS) を用いて、0.04~0.15Hzの低周波数 (LF:Low Frequency) および0.15~0.4Hzの高周波数 (HF:High Frequency) を計測し解析した。HFは副交感神経の活動指標、LFとHFの比 (LF/HF比) は交感神経の活動指標として用いた。脳波はBrain Pro FM-929 (株フューテックエレクトロニクス) を用い、前額にセンサーバンドを装着し測定した。測定部位は、国際電極配置法 (10/20法) に基づく前頭極 (Fp1) であり、耳朶の不関電極による単極誘導法を用いた。8~13Hzの脳波を $\alpha$ 波、13~30Hzを $\beta$ 波として計測した。また、得られた計測値から $\alpha$ 波と $\beta$ 波の比 ( $\alpha/\beta$ 比) を算出し、ストレス緩和の指標として用いた。なお値は、各測定時 (測定2~5) の値から安静時 (測定1) の値を引いた値 (変化値) で示した。

(2) 主観的ストレス指標 主観的ストレスの指標として、Visual analogue scale (VAS) を用いた。VASとは、100mm幅の横線上に、Fig. 1に示した各評価地点での被験者自身の心理状態にあった位置に×印を付け、左端からの距離を計測して評価するものである。本試験では、リラックス、疲れ、気分の3項目を評価した。各項目の定義は次に示すとおりである。リラックス (0mm: 全くリラックスしていない, 100mm: とてもリラックスしている), 疲れ (0mm: 全く疲れていない, 100mm: とても疲れている), 気分 (0mm: とても気分が悪い, 100mm: とても気分が良い)。値は、各評価時 (測定2~5) の値から安静時 (測定1) の値を引いた値 (変化値) で示した。

(3) 作業効率指標 精神的ストレス負荷に用いた内

田クレペリン検査の全体の計算量 (達成数) および誤答数を求め、達成数から誤答数を差し引き正解数を算出した。また、誤答数を正解数で除して誤答率を算出した。本研究では達成数と誤答率を作業効率の指標とした。

5. 統計解析

測定結果は変化値の平均値±標準誤差で表し、果実酢飲料を3週間連続摂取した後の群 (酢飲料摂取群) と対照群の結果を比較した。統計解析は、IBM SPSS statistics ver.22.0を用い、対照群との差はt検定、各群内の経時的な値の比較は一元配置分散分析法で実施した。解析後、差があった項目に対しTukey法を用いて検定し、 $p < 0.05$ で有意差ありとした。

実験結果

1. 果実酢飲料の栄養成分組成および有機酸含量

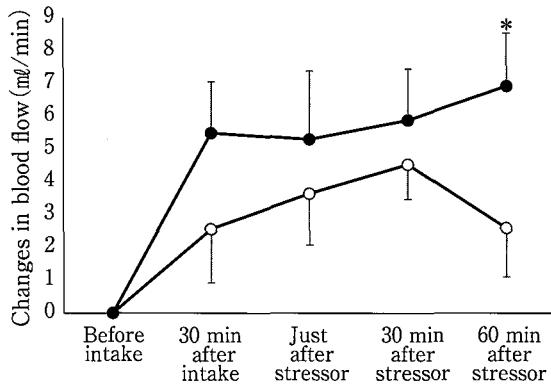
試験飲料の栄養成分組成および有機酸含量をTable 1に示した。試料溶液100mlあたり、エネルギー33.2kcal、タンパク質80mg、炭水化物8.2g、ナトリウム3.2mg、酢酸213mg、クエン酸111mg、リンゴ酸12mgであり、滴定酸度は0.48%であった。

2. 客観的ストレス指標の変化

血流量は、酢飲料摂取群において試験飲料摂取後から上昇し試験終了時まで安静時と比較して高い値を維持した。一方、対照群はストレス負荷により一旦上昇したものの時間経過とともに緩やかに減少した。また、ストレス負荷60分後 (測定5) で、酢飲料摂取群が対照群と比較して平均値で4 ml/minと有意に ( $p < 0.05$ ) 高い値を示した (Fig. 2)。

Table 1 Composition of the test sample (per 100ml)

Components	Amount
Energy (kcal)	33.2
Protein (mg)	80
Lipid (mg)	0
Carbohydrate (g)	8.2
Sodium (mg)	3.2
Acetic acid (mg)	213
Citric acid (mg)	111
Malic acid (mg)	12
Acidity (%)	0.48



**Fig. 2** Changes in blood flow before and 30 minutes after the intake of the drink, and just after, 30 minutes after, and 60 minutes after the exposure to the stressor

These values indicate the shift from the initial value (before intake), and are expressed as the mean  $\pm$  SE (n=16).

○ : Control (distilled water), ● : Test (apple vinegar)

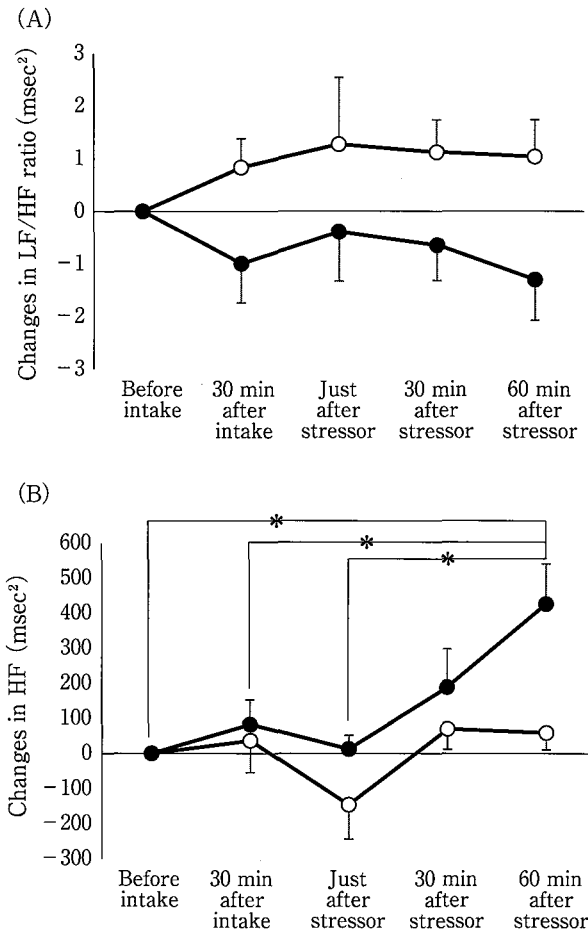
\*Significant with respect to the value(s) in the control group ( $p < 0.05$ ).

心拍変動は、交感神経活動の指標であるLF/HF比と、副交感神経活動の指標であるHF値を測定した。それぞれ値が高いほど、LF/HF比はストレスを感じている状態、HF値はストレス緩和状態であると評価した。LF/HF比で酢飲料摂取群が対照群と比較して有意差は認められなかったものの、試験全体を通して2 msec<sup>2</sup>程度低い値を示した (Fig. 3-A)。一方、HF値においては、LF/HF比とは逆に酢飲料摂取群が対照群より高い値を示していた。また、酢飲料摂取群内において、試験飲料摂取後からストレス負荷直後までの間にはあまり変化がみられなかったが、ストレス負荷60分後 (測定5) において、試験開始時、試験飲料摂取30分後およびストレス負荷直後と比較して有意に高い値を示し、副交感神経活動の上昇が示差された (Fig. 3-B)。すなわち、果実酢飲料はストレス負荷によるストレスを抑制する機能より、負荷されたストレスを緩和させる機能を有する可能性を推測した。

脳波の結果をFig. 4に示した。 $\alpha/\beta$ 比は、値が高いほどストレス緩和と評価した。酢飲料摂取群は正の値を示しており、ストレス負荷30分後に対照群と比較して有意に高い値であった。対照群が安静時と比較して $\alpha/\beta$ 比が低下する傾向が認められたのに対し、酢飲料摂取群では安静時よりわずかに高い値を示した。このことは酢飲料摂取により $\alpha$ 波が強くなるためであると推察された。

### 3. 主観的ストレス指標

主観的ストレス指標の結果をTable 2に示した。疲れの項目は疲れているほど高い値を示す。両群間に有意な差は認められなかったが、いずれの群においても安静時と比較してストレス負荷直後に有意に高い値を示したことから、本試験に用いた新ストロープ検査IIおよび内田クレペリン検査が精神的ストレスを与えていることが認



**Fig. 3** Changes in the LF/HF ratio (A) and HF (B) levels before, and 30 minutes after the intake of the drink, and just after, 30 minutes after, and 60 minutes after the exposure to the stressor

These values indicate the shift from the initial value (before intake), and are expressed as the mean  $\pm$  SE (n=16).

○ : Control (distilled water), ● : Test (apple vinegar)

\*Significant with respect to the value for 60 min after the exposure to the stressor in the control group ( $p < 0.05$ ).

められた。リラックスおよび気分の項目においては、高い値ほどそれぞれリラックスしている状態および気分が良い状態を表している。ストレス負荷直後に試料摂取30分後と比較してリラックスは13.3mm, 気分は9.5mm低下し、その後時間経過とともに回復する挙動が観察されたが、試験飲料の違いによる統計学的な差は認められなかった。

### 4. 作業効率の変化

内田クレペリン検査の達成数および誤答率の結果をFig. 5に示した。達成数は、酢飲料摂取群が15分の作業時間当たり912.52, 対照群が880.96で、酢飲料摂取群で高かった。一方、誤答率は酢飲料摂取群が3.60%, 対照群が3.84%と、わずかに酢飲料摂取群で低い値を示した。酢飲料摂取群は達成数が多く、誤答率が低かったことから、酢飲料摂取は作業効率向上に寄与する可能性があることが示唆された。

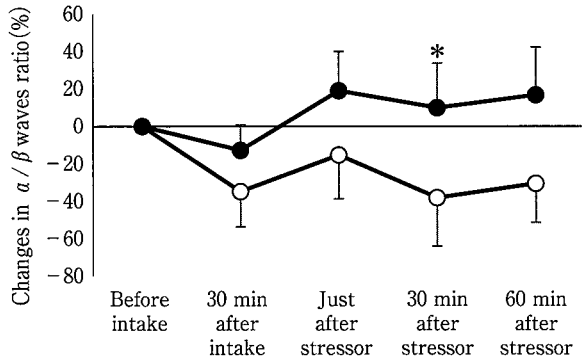


Fig.4 Changes in the  $\alpha/\beta$  wave ratio values before and 30 minutes after the intake of the drink, and just after, 30 minutes after, and 60 minutes after the exposure to the stressor

These values indicate the shift from the initial value (before intake), and are expressed as the mean  $\pm$  SE (n=16).  
 ○ : Control (distilled water), ● : Test (apple vinegar)  
 \*Significant with respect to the value(s) in the control group ( $p < 0.05$ ).

考 察

本研究では、血液流動性の変化、自律神経活動の変化、脳波の変化および主観的指標の変化を用いて、果実酢飲料摂取による精神的ストレス緩和効果の検証を行った。

Mitrouらによる研究で耐糖能異常患者がワインビネガーを摂取すると血流が改善すること<sup>2)</sup>、Chudaらによるクエン酸、リンゴ酸による血液流動性が上昇することが報告されている<sup>15)</sup>。本試験で用いた果実酢飲料においてもMitrouらおよびChudaらの報告と同様血液流動性を改善することが明らかとなった。本試験では、対照群においても摂取後に血液流動性の上昇傾向が観察された。これは水分摂取により循環血液量の上昇による影響が考えられるが、本試験と同様の条件での報告が見当たらないため、さらにデータを蓄積して考察する必要がある。

$\alpha$ 波はリラックスした状態時に出現し、 $\beta$ 波は内的に不安定であり、外的刺激に注意している時に出現量が増加することが報告されている<sup>16),17)</sup>。血流量を精神的スト

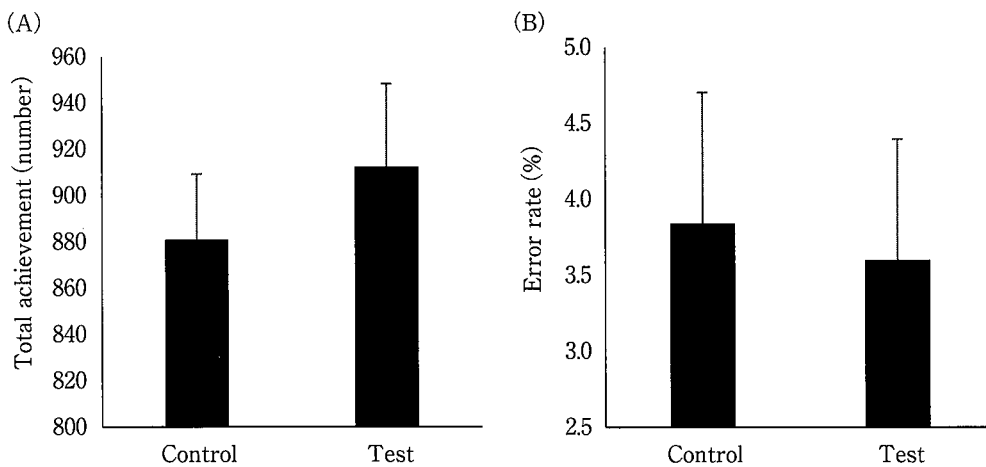


Fig.5 Changes in the total achievement (A) and error rate (B) of the Uchida-Kraepelin test  
 Each value is expressed as the mean  $\pm$  SE (n=16).

Table 2 Changes in the VAS scores

	Ingested Sample	Before intake	30 min after intake	Just after stressor	30 min after stressor	60 min after stressor
Relaxed (mm)	Control (distilled water)	0	3.73 $\pm$ 4.04	-15.73 $\pm$ 4.19	-1.80 $\pm$ 4.98	1.13 $\pm$ 4.92
	Test (apple vinegar)	0	2.38 $\pm$ 2.65	-10.94 $\pm$ 4.02	0.63 $\pm$ 3.13	-1.44 $\pm$ 4.11
Fatigue (mm)	Control (distilled water)	0	9.06 $\pm$ 5.29	23.19 $\pm$ 5.19*	16.75 $\pm$ 6.52	15.38 $\pm$ 7.65
	Test (apple vinegar)	0	4.44 $\pm$ 3.29	26.56 $\pm$ 5.90*	10.69 $\pm$ 4.75	16.50 $\pm$ 4.68
Feeling (mm)	Control (distilled water)	0	-2.38 $\pm$ 3.44	-9.56 $\pm$ 4.73	-3.81 $\pm$ 4.07	-1.19 $\pm$ 3.61
	Test (apple vinegar)	0	-0.63 $\pm$ 3.53	-8.88 $\pm$ 2.90	-0.56 $\pm$ 2.79	-3.50 $\pm$ 4.51

Change level  $\pm$  SE (n=16)  
 \*Significant vs. before intake

Table 3 Correlation coefficients for each of the measurements

	Blood flow	LF/HF	HF	$\alpha$ wave	$\beta$ wave	$\alpha/\beta$	VAS		
							Relaxed	Fatigue	Feeling
Blood flow	1	0.046	0.182	0.224*	-0.149	0.283*	-0.083	-0.044	0.076
LF/HF		1	-0.241*	0.152	0.095	0.112	-0.139	0.097	0.022
HF			1	0.145	0.002	0.123	0.134	0.031	0.128
$\alpha$ wave				1	0.224*	0.834**	-0.056	-0.036	0.150
$\beta$ wave					1	-0.316**	0.220*	-0.051	0.257*
$\alpha/\beta$						1	-0.186	-0.005	0.027
Relaxed							1	-0.531**	0.391**
Fatigue								1	-0.536**
Feeling									1

\* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$

レスの指標として報告した論文は見当たらないが、本試験での血流量とその他のストレス指標との相関を求めると、 $\alpha$ 波および $\alpha/\beta$ 比とそれぞれ、 $r=0.224$ ,  $r=0.283$ の弱い正の相関が認められた (Table 3)。このため血流量の測定単独でストレスを評価することは難しいものの、脳波の測定と組み合わせることで、ストレス指標として用いることができると考えられた。

心拍変動のLF/HF比、HF値は非侵襲的に測定できる自律神経系の有用な活動指標として研究に用いられている<sup>18)</sup>。心拍変動解析をストレス評価指標として用いた研究の1つとして、 $\gamma$ -アミノ酪酸 (GABA) 摂取についての報告がある。GABAはストレス緩和機能をもつ成分としてよく知られているが、ストレス試験においてGABA摂取により、自律神経活動の増加、特に、副交感神経活動指標の亢進が報告されている<sup>19)</sup>。果実酢飲料を用いた本試験では副交感神経活動指標において有意な副交感神経活動指標の亢進が認められ、ストレスが緩和されたと考えられた (Fig. 3)。

脳波に関してAbdouらは $\alpha$ 波の出現量が多い時にリラックスしている状態にあると報告している<sup>20)</sup>。本研究においても果実酢飲料摂取時に $\alpha$ 波が増加する傾向が認められ、果実酢の摂取はストレス緩和効果をもたらすと推測された。Palvaらの報告では、前頭部における $\alpha$ 波は計算などの作業記憶を行う際に増加すると報告している<sup>21)</sup>。本研究ではストレス負荷後以降に、果実酢飲料摂取群では安静時と比較して $\alpha/\beta$ 比が増加したのに対し、対照群では低下する傾向を示した (Fig. 4)。このことから果実酢の摂取は作業効率に変化を及ぼしたと考えられた。

一般的なリンゴ酢はクエン酸をほとんど含まないが、本果実酢飲料はクエン酸を試験飲料100ml中に111mg含有していた。これは原料中のユズ果汁によるものと考えられた<sup>6)</sup>。Matsumotoらの研究では女性の被験者にユズ精油の香気を嗅がせ、月経周期ごとの自律神経活動の変化および精神状態を評価する試験において用いられているProfile of Mood States (POMS) を調査し、ユズ香気

による副交感神経活動の亢進や不安や疲労などネガティブな感情スコアの減少を報告している<sup>22)</sup>。そのため本試験のストレス緩和効果は酢の効果に合わせユズ香気の相乗効果もあると考えられた。

一方、ハチミツの主成分はグルコースとフルクトースである。グルコースは脳代謝の主要なエネルギー源であるため、摂取することで認知機能や記憶力が向上すると報告されている<sup>23)</sup>。また、Shimboらの研究ではグルコース、フルクトースの摂取により、内田クレペリン検査の達成数の増加や $\alpha$ 波の上昇が確認されている<sup>24)</sup>。本試験においてもグルコース、フルクトースが同様のストレス緩和効果および作業効率の向上に寄与した可能性があると考えられた。また、その他の栄養成分としてタンパク質およびナトリウムを含有していたがいずれも微量であった。タンパク質を構成するアミノ酸の中で、GABAおよびテアニンと精神的ストレス緩和の関連が報告されている<sup>19), 25)</sup>。本試験の原料のうち、リンゴ酢にはタンパク質が含まれないことから、試験飲料のタンパク質はユズ果汁あるいはハチミツに由来すると考えられた。ユズ果汁にはGABAやテアニンに変換されるグルタミン酸が含まれている<sup>26)</sup>。そのため、本試験の結果に影響を及ぼした可能性は否定できないが含量が少ないため影響は小さいと考えられた。本試験で用いた試験飲料は混合品であったため、今後は個別の成分に着目してより詳細なデータを蓄積する必要があると考えられた。

以上の結果より、果実酢飲料の摂取により血流量、副交感神経活動指標、 $\alpha/\beta$ 比の有意な上昇、また主観的評価の改善、作業効率の上昇がみられたことから、果実酢を3週間連続摂取することで血液の流動性が上昇し、ストレス緩和効果をもつと推察された。

## 要 約

果実酢飲料が精神的ストレスに与える影響を調査し、また酢の摂取による血流量の改善が若年女性でも起こるのか確認を行った。その結果、客観的ストレス指標として用いた血液流動性、心拍変動解析および脳波の測定に

においてストレス緩和状態が観察された。また主観的ストレス指標として測定したVASにおいて、果実酢の摂取により気分の改善が現れやすいことが示された。さらに、ストレス負荷に用いた計算作業において作業効率の向上が示唆された。一方、若年女性においても果実酢の継続摂取で血液流動性に変化があることが示唆された。

脳波と血流量の結果に弱い相関が認められたことから血液流動性もストレスの評価指標の1つに加えることが可能と思われた。

謝 辞 本研究は、株式会社久留米リサーチ・パーク平成27年度可能性調査 (FS) 事業の一環として行った。

### 文 献

- 1) CHEN, H., CHEN, T., GIUDICI, P. and CHEN F.: Vinegar functions on health: constituents, sources, and formation mechanisms, *Com. Rev. Food Sci. Food Saf.*, **15**, 1124~1138 (2016)
- 2) MITROU, P., PETSIOU, E., PAPA-KONSTANTIOU, E., MARATOU, E., LAMBADIARI, V., DIMITRIADIS, P., SPANOUDI, F., RAPTIS, S.A. and DIMITRIADIS, G.: The role of acetic acid on glucose uptake and blood flow rates in the skeletal muscle in humans with impaired glucose tolerance, *Eur. J. Clin. Nutr.*, **69**, 734~739 (2015)
- 3) KONDO, T., KISHI, M., FUSHIMI, T., UGAJIN, S. and KAGA, T.: Vinegar intake reduces body weight, body fat mass, and serum triglyceride levels in obese Japanese subjects, *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, **73**, 1837~1843 (2009)
- 4) OSTMAN, E., GRANFELDT, Y., PERSSON, L. and BJORCK, I.: Vinegar supplementation lowers glucose and insulin responses and increases satiety after a bread meal in healthy subjects, *Eur. J. Clin. Nutr.*, **59**, 983~988 (2005)
- 5) 山下広美: 酢酸の生理機能性, *栄食誌*, **67**, 171~176 (2014)
- 6) CALIGIANI, A., ACQUOTTI, D., PALLA, G. and BOCCHI, V.: Identification and quantification of the main organic components of vinegars by high resolution <sup>1</sup>H NMR spectroscopy, *Analytica Chimica Acta*, **585**, 110~119 (2007)
- 7) SHAHIDI, F., MCDONALD, J., CHANDRASEKARA, A. and ZHONG, Y.: Phytochemicals of foods, beverages and fruit vinegars: chemistry and health effects, *Asia Pac J Clin Nutr.*, **17**, 380~382 (2008)
- 8) 厚生労働省: 平成26年患者調査の概況, (2014) (<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/kanja/14/index.html>)
- 9) 厚生労働省: 平成24年労働者健康状況調査, (2012) (<http://www.mhlw.go.jp/toukei/list/h24-46-50.html>)
- 10) CANNON, W.B.: The interrelations of emotions as suggested by recent physiological researches, *Am. J. Psychol.*, **25**, 256~282 (1914)
- 11) SELYE, H.: The general adaptation syndrome and the diseases of adaptation, *J. Clin. Endocrinol.*, **6**, 117~230 (1946)
- 12) 横越英彦監修: 抗ストレス食品の開発と展望, (シーエムシー出版, 東京) pp.1~6 (2006)
- 13) 藤野武彦・有吉恭子・牧角和宏・金谷庄藏・大蔵洋甫: 醸造酢の人体の血中脂質, 血液レオロジーに及ぼす影響, *健康科学*, **10**, 85~89 (1988)
- 14) 文部科学省科学技術・学術政策局政策課資源室監修: 日本食品標準成分表2015年版 (七訂) 分析マニュアル・解説, (建帛社, 東京) pp.25~48, 71~74 (2016)
- 15) CHUDA, Y., ONO, H., OHNISHI-KAMEYAMA, M., MATSUMOTO, K., NAGATA, T. and KIKUCHI, Y.: Mume furan, citric acid derivative improving blood fluidity from fruit-juice concentrate of Japanese apricot (*Prunus mume* Sieb. et Zucc), *J. Agric. Food. Chem.*, **47**, 828~831 (1999)
- 16) RAY, W.J. and COLE, H.W.: EEG alpha activity reflects attentional demands, and beta activity reflects emotional and cognitive processes. *Science*, **10**, 750~752 (1985)
- 17) MURRUFO, M., VAQUERO, E., CARDOSO, M. J. and GOMEZ, M.: Temporal evolution of  $\alpha$  and  $\beta$  bands during visual spatial attention. *Brain Res. Cogn. Res.*, **12**, 315~320 (2001)
- 18) 松本佳昭・森 信彰・三田尻涼・江 鐘偉: 心拍揺らぎによる精神的ストレス評価法に関する研究, *ライフサポート*, **22**, 105~111 (2010)
- 19) 藤林真美・神谷智康・高垣欣也・森谷敏夫: GABA 経口摂取による自律神経活動の活性化, *栄食誌*, **61**, 129~133 (2008)
- 20) ABDU, A.M., HIGASHIGUCHI, S., HORIE, K., KIM, M., HATTA, H. and YOKODOSHI, H.: Relaxation and immunity enhancement effects of  $\gamma$ -Aminobutyric acid (GABA) administration in humans, *Bio Factors*, **26**, 201~208 (2006)
- 21) PALVA, S. and PALVA, J. M.: New vistas for  $\alpha$ -frequency band oscillations. *Trends Neurosci.*, **30**, 150~158 (2007)
- 22) MATSUMOTO, T., KIMURA, T. and HAYASHI, T.: Aromatic effects of a Japanese citrus fruit - yuzu (*Citrus junos* Sieb. ex Tanaka) - on psychoemotional states and autonomic nervous system activity during the menstrual cycle: a single-blind randomized controlled crossover study. *Biosychosoc.*



- Med.* **10**, doi : 10.1186/s13030-016-0063-7. <https://bpsmedicine.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13030-016-0063-7> (2016)
- 23) BENTON, D., PARKER, P.Y. and DONOHOE, R.T.: The supply of glucose to the brain and cognitive functioning. *J. biosoc. Sci.* **28**, 463~479 (1996)
- 24) SHIMBO, M., KUROIWA, C. and YOKOGOSHI, H.: The effects of carbohydrate consumption on stress levels in humans. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.* **50**, 283~285 (2004)
- 25) JUNEJA, L. R., CHU, D. C., OKUBO, T., NAGATO, Y. and YOKOGOSHI, H.: L-theanine – a unique amino acid of green tea and its relaxation effect in humans. *Trends Food Sci. Tech.* **10**, 199~204 (1999)
- 26) 太田英明・殿原慶三・幸野憲二・伊福 靖：ユズ果汁の搾汁と品質特性に及ぼす搾汁機の影響，日食工会誌，**30**，629~635 (1983)  
(平成29年3月30日受付，平成29年10月2日受理)
-