

出汁がヒトの自律神経活動および精神疲労に及ぼす影響

誌名	日本栄養・食糧学会誌 : Nippon eiy ō shokury ō gakkaishi = Journal of Japanese Society of Nutrition and Food Science
ISSN	02873516
著者名	森滝,望 井上,和生 山崎,英恵
発行元	日本栄養・食糧学会
巻/号	71巻3号
巻号補足	
掲載ページ	p. 133-139
発行年月	2018年6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



出汁がヒトの自律神経活動および精神疲労に及ぼす影響

森 滝 望¹, 井 上 和 生¹, 山 崎 英 恵^{*,2}

(2017年4月19日受付; 2018年1月19日受理)

要旨: 日本食の風味を支える出汁は、心身への健康機能を有することが最近の研究により明らかにされてきているが、いずれの報告も長期摂取による効果に着目しており、短期的な影響については知見が乏しい。本研究では、出汁の単回摂取による効果を明らかにすることを目的とし、鰹と昆布の合わせ出汁の摂取および香気の吸入が自律神経活動および精神的疲労に及ぼす影響について検討を行った。24名の健康で非喫煙のボランティアが本研究に参加した。被験者は、9:00に指定の朝食を摂取し、10:30-11:30に実験を実施した。自律神経活動は心拍変動解析により評価し、疲労の評価では、一定の疲労負荷として単純な計算タスク（内田クレペリンテスト）を30分間課し、その前後でフリッカー試験を実施した。加えて、Visual Analogue Scale (VAS) を用い、主観的な疲労度および試料に対する嗜好度を評価した。出汁の単回摂取では、対照の水と比べて、心拍数低下と副交感神経活動の一過性上昇が認められた。また、出汁の香気吸入でも同様の効果がみられた。さらに、出汁の単回摂取により、計算タスク後のフリッカー値低下が抑制され、VASの結果より主観的な疲労度も軽減されていることが示された。これらの結果から、出汁の摂取は副交感神経活動を上昇させる作用を介して、リラックスと抗疲労の効果を誘起する可能性が示唆され、その作用における香気成分の重要性が示された。

キーワード: 出汁, 香気, 自律神経活動, フリッカー試験, 抗疲労

出汁は日本食の風味を支えるだけでなく、心身に対する健康機能を有することが最近の研究により明らかにされてきている。代表的な出汁の一つである鰹出汁は、滋養強壮や疲労回復の効果が経験的にも知られているが、実際その継続的な摂取により気分状態の改善や計算タスク負荷時の精神疲労軽減が報告されている¹⁾²⁾。また、動物実験において、鰹出汁に含まれるヒスチジンが脳内ヒスタミン神経系を賦活することにより、脳の認知機能の改善がみられるという報告もあり³⁾、ヒトや動物において、継続的な出汁摂取が脳機能に影響を及ぼしていることが推察される。しかしながら、これらはいずれも継続摂取による効果の検討であり、単回摂取による短期的な効果については筆者らが調べた限りにおいて報告されておらず、またその作用機序についても知見の蓄積は不十分である。

出汁の健康機能の作用機序の一つには、特に継続的な摂取における効果の要因として、例えば鰹出汁に多く含まれるヒスチジンなどの成分による直接的な生理作用が考えられる。一方で、我々が経験的に感じている出汁の摂取によるリラックス感や安堵感といった感覚に及ぼす作用は、出汁に対する食経験や嗜好に基づく情動系作用

も重要な要因であると推察される。これまで、出汁に対する嗜好性が幼少期からの摂取経験により形成されること⁴⁾、出汁を構成するアミノ酸や核酸によるうま味を中心とした味の成分だけでなく、香りが出汁の嗜好性発現に重要であることが明らかとなっている⁵⁾。さらに、香りに対する嗜好性の違いにより、自律神経や血圧などの生理反応が異なるという報告もある⁶⁾⁷⁾。これらのことから、出汁の疲労改善効果においても、香りおよびその嗜好性は欠かせない要因となっていることが予想される。

本研究では、出汁の単回摂取あるいは香気吸入が自律神経系に及ぼす影響を調べるとともに、疲労改善効果について検討し、両者の関係に関する考察を行った。さらに、それらの作用の背景要因を探るため、出汁とその香気の主観的嗜好度との関連を検討した。従来、出汁の研究では鰹出汁が主に用いられてきたが、本研究では、食経験や嗜好を考慮し、より味わいの強い合わせ出汁を使用した。

実 験 方 法

1. 被 験 者

被験者は、京都大学農学部および京都大学大学院農学

* 連絡者・別刷請求先 (E-mail: h-yamazaki@agr.ryukoku.ac.jp)

¹ 京都大学大学院農学研究科栄養化学分野 (606-8502 京都府京都市左京区北白川追分町)

² 龍谷大学農学部食品栄養学科 (520-2194 滋賀県大津市瀬田大江町横谷1番5)

研究科に所属する24名（男性9名，女性15名）を対象とし，平均年齢は 23.3 ± 1.3 （標準偏差）歳，平均BMIは 20.6 ± 2.1 であった。摂取試料に対するアレルギーの有無については，本実験への参加前に確認し，眼科ならびに耳鼻科疾患については，実験の時点で罹患がないことを口頭で確認を行った。本研究はヘルシンキ宣言に則り，被験者の倫理・人権・個人情報保護への配慮の上に実施され，京都大学大学院農学研究科・農学部研究活動推進委員会実験倫理小委員会による承認を受けた（承認番号H27-4号）。また，実験参加に際して，全ての被験者から自由意思に基づき，文書による同意を得た。

2. 試料作製

試料には，鰹削り節（本枯節，鹿児島産）および昆布（利尻昆布，北海道産）を使用した。合わせ出汁（以下，出汁と記載）の作成には市販のミネラルウォーター（以下，水と記載）を使用した。4Lの水に昆布50gを入れ，65℃で1時間昆布出汁を抽出し，昆布を取り出した後，沸騰直前の90℃まで温度を上げ，鰹削り節75gを入れ2分間抽出後に濾したものをを用いた。作製した出汁は冷凍保存し，実験実施当日に解凍し，60℃に再加熱したものを50mL呈示した。対照試料として等量，等温の水を用いた。

3. 実験プロトコル

すべての実験は朝10:30より開始した。実験条件を統一するため，被験者は実験開始1.5時間前に朝食としてゼリー飲料（ウイダーinゼリー，森永製菓，東京）およびブロック栄養食（カロリーメイト，大塚製薬，東京）を摂取し，その後一切の食事を禁止した。また，実験開始30分前より水分の摂取を禁止した。試料の摂取および香気吸入条件での自律神経測定（図1a），および疲労負荷によるフリッカー値変動への試料摂取の影響評価（図1b）の3種類の測定を行った。試料には出汁と水を用い，ランダム化クロスオーバー実験を行って，2回測定の平均値を求め，水と比較した場合の出汁の効果について評価した。測定は1日に1回行い，3日以上ウォッシュアウト期間を設けた。

3.1 出汁摂取による心拍数および自律神経活動の変動評価 入室後，被験者は10分間安静座位にて心拍を整え，ベースラインとして心拍変動の測定（5分間）を行った。測定のタイムスケジュールを図1Aに示す。ベースライン測定後，試料を5分間で摂取してもらい，さらに摂取35分後まで摂取開始から5，15，25，35分後のタイミングで各5分間の心拍変動の測定を行った。なお，試料は各被験者のペースで少量ずつ摂取することとした。

自律神経活動の評価には心拍変動パワースペクトル解析法を用いた。これは心拍のR-R間隔の変動を波形として捉え，そのR-R間隔の経時的変動をパワースペクトル解析により，その周期性成分を分離定量する手法である⁸⁾⁹⁾。心拍変動はポータブル心拍変動測定器（チェック・マイハート Handheld HRV CMH3.0, Dailycare Biomedical, 台湾）により測定し，データの解析はチェック・マイハート付属の解析ソフトを用いて行った。解析により，0.15–0.40 Hzの高周波成分（High Frequency；以下HF），および0.04–0.15 Hzの低周波成分（Low Frequency；以下LF）を得た。本実験では，HFを副交感神経活動，LF/HFを交感神経活動の指標とした。自律神経活動指標のうち，副交感神経活動指標（HF）は自然対数変換し，相対値で評価した。心拍数（Heart Rate；HR）は5分間の平均値で評価した。交感神経活動指標（LF/HF）については絶対値で評価した。自律神経活動指標および心拍数において，試料摂取前の値に群間で有意差がないことを確認し，試料摂取前を基準とした変化量に関して検討した。

3.2 出汁の香気吸入試験 出汁の香り呈示は，Inoue *et al.*の方法により行った⁶⁾。200 mLのガラス容器に入れた常温の出汁をエアポンプ（1.5 L/min）にてバブリングし，シリコンチューブを用いてその香気を被験者の鼻の前に誘導した。香気の吸入は4分間とした。空気が被験者の鼻に勢いよく吹き付けられてストレスとならないよう，チューブの出口にはヌッチェを取り付けて香気を分散させ呈示した。自律神経活動評価の実験プロトコルは摂取試験と同様とした。

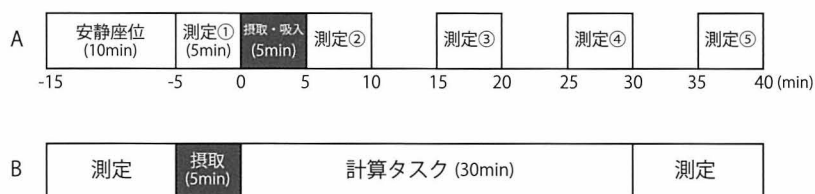


図1 実験プロトコル

A：心拍変動測定による自律神経活動評価。1回の測定は5分とし，試料摂取あるいは試料香気吸入前に1回（測定①），その後4回の測定を行った。試料摂取および試料香気吸入後の測定においては，測定（測定②～⑤）の間にそれぞれ5分の休憩を挟んだ。なお，摂取の場合は，5分間に被験者のペースで飲んでもらい，香気吸入の場合は吸入（4分間）後に休憩（1分）を挟んで測定②を開始した。B：フリッカー装置による精神疲労の測定。30分間のクレペリンテストによる計算タスク前後でのフリッカー値を測定した。

3.3 フリッカー値による疲労度の測定 フリッカー値 (CFF: Critical Fusion Frequency) は、点滅する光の周波数を変化させた時に点滅感覚が生じる周波数閾値であり、疲労の蓄積によりその値が低下することから精神疲労の検査法として広く利用されている¹⁰⁾。そこで、フリッカー値計測器 (フリッカー値測定器Ⅱ型, 松吉医科機械, 東京) を用いて CFF の測定を行った。一定の疲労負荷を目的として単純な計算タスク (内田クレペリン検査, 日本精神技術研究所, 東京) を 30 分間課した。試料摂取前に、まず基準値となるフリッカー値を測定し、クレペリンテストを挟んで 2 回目の測定を実施した (図 1B)。フリッカー値は連続 5 回測定とし、平均値を用いた。計算タスク前とタスク後の値の差を精神疲労の蓄積を示す指標とした。

3.4 嗜好性, 疲労度, 香気強度の主観的評価 Visual Analog Scale は、痛みの強さを数値化する尺度として確立された評価方法であるが¹¹⁾, 気分の状態¹²⁻¹⁴⁾や食欲¹⁵⁾, 嗜好性¹⁶⁾の定量化などにも用いられるようになってきている。本検討では、自律神経活動測定と同時に嗜好性を、またフリッカー値測定と同時に、主観的な疲労度をそれぞれ VAS により評価した。嗜好性評価では、100 mm の左端を「嫌い」、右端を「好き」とし、線の左端から被験者のつけた印までの長さを摂取した試料に対する嗜好性として数値化した。疲労度評価では、100 mm の左端を「疲れている」、右端を「疲れていない」とした。計算タスク前とタスク後の値の差を精神疲労の蓄積を示す指標とした。また、香気吸入試験時には、呈示した香気の強度が適切であったかどうかを確認する目的で、呈示した香りに対する主観的評価を行った。「香りに関して、どの程度強く感じましたか?」という設問に対し、【1. もっと強くてよい, 2. もう少し強くてよい, 3. 適切だ, 4. 少し強い, 5. 強い】の 5 段階評価尺度による評点法で回答を得た。

3.5 統計解析 自律神経活動指標および心拍数の比較には線形混合モデルを用いた。また、各測定タイミングにおける出汁群と対照群との比較に関して、線形混合モデルと並行してシンタックスを用いた多重比較 (Bonferroni test) を行った。CFF の比較には Paired *t*-test を用いた。VAS の比較には Wilcoxon signed-rank test および Mann-Whitney *U* Test を用いた。線形混合モデルによる統計解析には IBM SPSS Statistics Version 20 を、CFF および VAS の比較には GraphPad Prism 5.0 を使用した。なお、測定中に眠った、動いた、測定機器との接触不良など、明確な理由によりノイズが多数発生し信頼性が低いと判断したデータに関しては、解析の対象から除外した。

結 果

1. 心拍変動解析

1.1 出汁の摂取による効果 心拍数の経時変化においては、出汁および水の 2 群間に有意な差が認められ ($p < 0.014$), 多重比較 (Bonferroni test) により、摂取 10-15、20-25 分後において、出汁では水と比較して有意な低下が観察された (図 2A)。また、副交感神経活動変化を示す $\Delta \ln (HF)$ は出汁摂取 10-15 分後において、水よりも有意に高い値を示した (図 2B)。交感神経活動の指標である LF/HF は出汁の摂取により水よりも低い値を示したが、有意な差は認められなかった (図 2C)。

1.2 出汁の香気吸入による効果 出汁の香気吸入により、心拍数は吸入 35 分後において有意な低下が認められた ($p < 0.01$, 図 3A)。 $\Delta \ln (HF)$ は出汁香気により継続して高い値を示し、吸入 35 分後において有意に高い値を示した (図 3B)。LF/HF には、出汁香気吸入による有意な変化は認められなかった (図 3C)。また、主観的な香りの平均強度は、 2.9 ± 0.9 となり、5 段階評価尺度のうち 3 の適切に近い値であることが確認された。

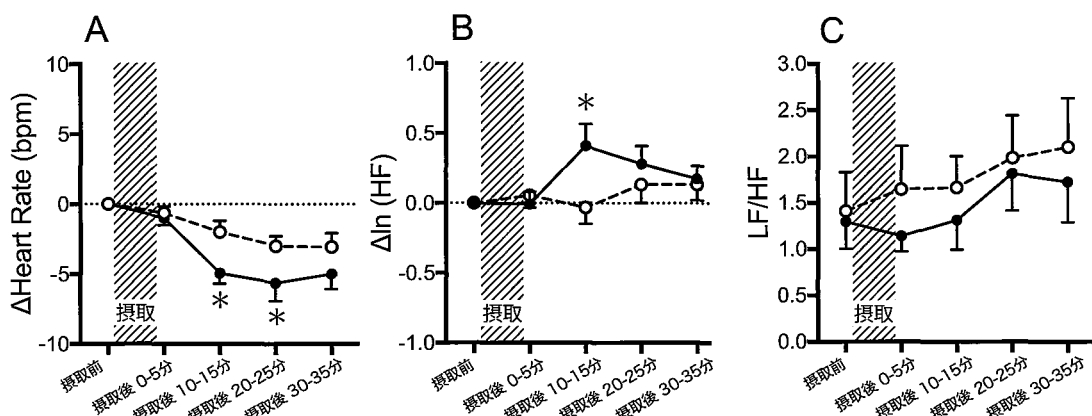


図 2 試料の摂取による自律神経活動指標の経時変化

A: 心拍数, B: $\Delta \ln (HF)$ (副交感神経活動指標), C: LF/HF (交感神経活動指標)。試料摂取前から摂取 35 分後における心拍変動解析から求めた自律神経活動を経時的に示した。データは平均 $\pm$ 標準誤差で表した。統計解析は線形混合モデルを用いた。 $n = 16$, * $p < 0.05$, vs. 水 (Bonferroni の多重比較検定)。○: 水 ●: 出汁。

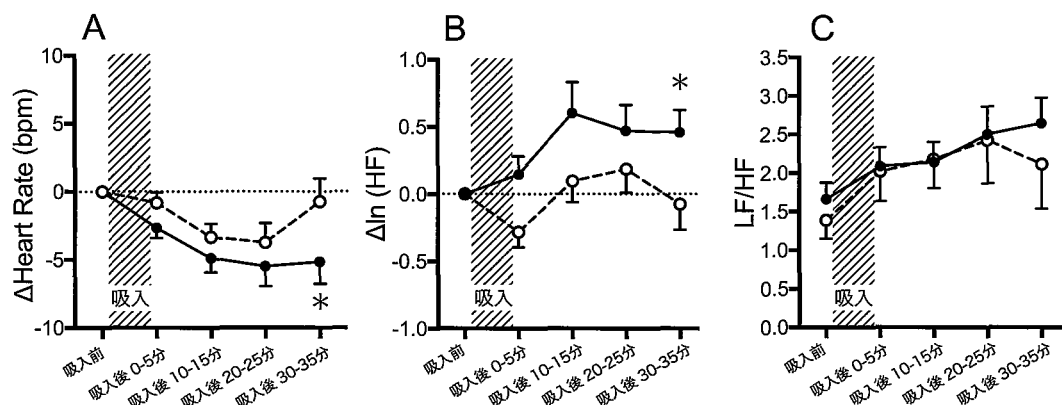


図3 試料の香気吸入による自律神経活動指標の経時変化

A: 心拍数, B: $\Delta \ln$ (HF) (副交感神経活動指標), C: LF/HF (交感神経活動指標)。香気吸入前から吸入35分後における心拍変動解析から求めた自律神経活動を経時的に示した。データは平均 $\pm$ 標準誤差で表した。統計解析は線形混合モデルを用いた。 $n=20$, * $p<0.05$, vs. 水 (Bonferroniの多重比較検定)。○: 水, ●: 出汁。

2. フリッカー値

水群および出汁群のいずれにおいても、クレペリントによりフリッカー値は低下した (表1)。クレペリント前後のフリッカー値の変化量は、2群間で有意な差が認められ ($p<0.01$), 出汁の摂取によりフリッカー値低下が抑制されることが示された。またVASによる主観的評価においても、出汁の摂取によりVAS値の低下が小さくなる傾向がみられた ($p=0.094$)。

3. 試料の嗜好性

VASによる嗜好性評価では、摂取、香気吸入のいずれにおいても水の嗜好度は50付近 (好きでも嫌いでもない程度) であった。一方、出汁の嗜好度は水に比して有意に高い値を示した (図4)。

考 察

近年、世界中から注目を集める日本食について、その基盤となる味わいを形成する出汁の有効性を明らかにすることには大きな意義があると考えられる。本研究では、合わせ出汁の単回摂取が精神状態にどのような影響を及ぼすかについて、客観的・主観的指標を用い検討した。本研究より得られた主要な知見は次の3点である。(1) 出汁の単回摂取により、心拍数の減少と副交感神経活動指標 (HF) の有意な増加が観察された。(2) 出汁の香気吸入のみにおいても、(1)と同様の効果が認められた。(3) 出汁の単回摂取は、フリッカー値の有意な低下抑制

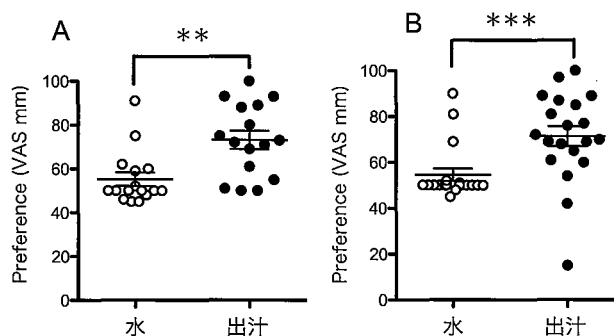


図4 試料に対する嗜好性

A: 摂取試験 ($n=16$), B: 香気吸入試験 ($n=20$)。摂取試験および香気吸入試験において、試料に対する嗜好性をVASにより評価した結果を示した。統計解析はMann-Whitney U Testを用いた。** $p<0.01$, *** $p<0.001$ ○: 水, ●: 出汁。

と主観的疲労感の減少傾向を導き、精神疲労を軽減する可能性が示された。

心理的なストレスは交感神経活動を亢進させる¹⁷⁾ことから、嫌悪を感じる味や香りを提示した場合、心拍数は上昇すると考えられる。本実験において、出汁の摂取および香気吸入により心拍数の低下が観察された (図2A, 3A) ことは、被験者が出汁に対して違和感や嫌悪感を生じなかったことを示唆するものと考えられる。実際、主観的嗜好度においても、味わい、香気ともに、水よりも有意に高い嗜好性が確認された (図4)。一方、水の

表1 タスク前後のCFF値および主観的疲労感 (VAS値)

		タスク前	タスク後	Δ (タスク前後)
CFF (fp(Hz))	水	37.5 $\pm$ 1.1	35.3 $\pm$ 1.1	-2.10 $\pm$ 0.3
	出汁	37.6 $\pm$ 1.0	36.2 $\pm$ 1.0	-1.10 $\pm$ 0.3** ($p<0.01$)
VAS (mm)	水	53.8 $\pm$ 4.4	36.7 $\pm$ 2.5	-16.8 $\pm$ 3.7
	出汁	51.0 $\pm$ 4.0	40.4 $\pm$ 3.2	-9.5 $\pm$ 4.3 ($p=0.094$)

統計解析はPaired t -test (CFF) およびWilcoxon signed-rank test (VAS) を用いた。データは平均 $\pm$ 標準誤差で表した。** $p<0.01$, vs. 水。

摂取においても、一定の心拍の減少がみられたが、その理由の一つには、被験者が入室直後は一定の緊張状態にあり、それが時間の経過により落ち着いてきたことが考えられる。本実験では、被験者は入室後 10-15 分程度、測定姿勢（座位）を保ち、心拍数が落ち着いたと思われる状態で測定を開始したが、安静状態の心拍数に移行するまでにはもう少し時間を必要としたのかもしれない。また、水の香気吸入は実質的には無臭に近いと考えられたが、ヌツチェより吹き出される気体を意識して吸入する状態は、呼吸を整える効果もあったのではないかと推察される。以上の点は、今後検討すべき課題である。

出汁の摂取により、副交感神経活動指標は有意に上昇したが、交感神経活動指標に有意な変化は認められなかったこと（図 2B）から、自律神経バランスは副交感神経活動優位へと誘導されることが示唆された。精神・心理状態は自律神経活動に影響を及ぼすことが知られており、恐怖・興奮・怒り・緊張・悩みや不安といった精神的なストレスに対しては交感神経活動が亢進し、逆にリラックスした状態では副交感神経が亢進することが報告されている¹⁷⁾。食品成分の中には、自律神経活動や気分状態の変化に影響するものがいくつか報告されており、コーヒーや紅茶に含まれるカフェインが心臓副交感神経活動を増加させること¹⁸⁾、ジャスミン茶の摂取や香気吸入により副交感神経活動が亢進⁶⁾¹⁹⁾することなどが知られている。また、試料に対する嗜好度は自律神経活動に影響を及ぼすことが知られており、Inoue *et al.* の研究結果によると、ジャスミン茶の香気に対し嗜好性の高い被験者でのみ、副交感神経活動が亢進されること⁶⁾が報告されている。本研究において、呈示した出汁の香気の主観的強度は、おおむね適切であったことが確認されている。香気に対する嗜好度は、その強度に影響される可能性があるが、出汁香気に対する嗜好性が高かったことから（表 1）、本実験で呈示した香気は、被験者が好ましいと感じられる適切な強さであったと考えられる。このことから、出汁の香気に対する高い嗜好度が快情動を誘導し、副交感神経活動の亢進に少なからず影響したのではないかと推察する。

出汁の摂取および香気吸入のいずれの場合も、10-15 分後から副交感神経活動が上昇しはじめたが、香気吸入では摂取後 30-35 分後もその効果が継続していることが観察された。また、香気吸入による副交感優位への変化は、摂取よりもわずかに速く、香気吸入中に既に副交感神経活動は徐々に上昇し始めていたのではないかと推察された。こうした出汁摂取と吸入による時間経過の違いならびに香気吸入による効果の持続性は、口中での保持なく飲み込んでしまう摂取試験よりも 4 分間香気をかき続ける吸入試験のほうが、香気成分への曝露が長かったことが原因の一つではないかと推察される。ジャスミン茶の香気吸引で引き起こされる副交感神経活動の亢進も、吸引後 20 分でピークに達しその後低下するが、35-

40 分後までその効果は継続すると報告されていることから⁶⁾、香気吸引が自律神経活動に及ぼす効果は比較的長く継続するものと思われる。しかしながら、効果の継続性がどのようなメカニズムによって保持されているのかは不明である。出汁の単回摂取による自律神経活動変化のメカニズムは、これまでに報告されてきた出汁に含まれる有効成分に加え、香気成分の寄与も大きいと推察されるが、香気効果が好ましさを嗜好性に関わる情動系を介した作用であると結論付けるためには、摂取時の香気遮断実験などの更なる検討が必要であると考えられる。

フリッカー試験の結果より、クレペリン負荷により増大した疲労度は、出汁の摂取により軽減されることが示された（表 1）。瞳孔の調節が自律神経支配であることはよく知られており、散瞳は交感神経、縮瞳は副交感神経に支配されている。また、飯島ら²⁰⁾によると、映像視聴中の瞳孔反応量とストレス応答の指標である唾液アミラーゼ活性との間には負の相関があることが示されている。本研究では、クレペリンテスト中の自律神経活動は測定していないが、予備実験では、15 分間のクレペリンテスト中に、LF 値の上昇、HF 値の減少ならびに LF/HF 値上昇が導かれることを確認している（データ未発表）。これらを併せ考えると、出汁の摂取がフリッカー値の低下を抑制した理由の一つには、クレペリンテストによるストレス負荷で交感神経活動が亢進する状態に対して、出汁の摂取による副交感神経活動上昇が影響し、結果としてフリッカー試験時に瞳孔の調節に影響を及ぼしたのではないかと推察される。ストレス指標としてのフリッカー値に対する出汁の効果は、自律神経活動への作用を介して視覚系の改善に関わった可能性がある。さらに、主観的疲労感の出汁摂取による軽減傾向についても、出汁への高い嗜好度が快情動を介して副交感神経活動を上昇させた結果ではないかと考えられる。

今回使用した出汁の構成成分である鰹節には、抗酸化機能を有するアミノ酸・ペプチドであるヒスチジンやアンセリンが多く含有されており、これらを高含有する鰹エキス素材の長期摂取により、「目の疲れ」「疲労感」が改善するという報告¹⁾がある。また動物実験では、ヒスチジンの継続投与による認知機能の改善が報告されている²¹⁾ことから、本実験により認められた出汁の効果においても、それら有効成分の関与が考えられる。

しかしながら、既報の研究成果はいずれも鰹出汁単体あるいは含有成分の継続摂取による長期的影響について検討しており、出汁香気のみでも副交感神経活動が有意に上昇した（図 3B）ことを考え合わせると、本研究において観察された出汁単回摂取による自律神経活動やフリッカー試験において得られた効果は、出汁に含まれる鰹由来の機能性成分が消化・吸収されて出現した結果ではないと推察された。

食品に対する好ましさが、気分状態に少なからず影響を及ぼすことは経験的にも知られている。また、心理・

気分状態と自律神経活動は密接に関係しており、それらは相互的に作用すると考えられている²²⁾。しかしながら、これらの作用機序に関しては嗜好性と自律神経活動変化の関係をさらに詳細に検討する必要があると思われる。加えて、香りに対する嗜好性に基づく情動系作用については、いまだメカニズムが明らかになっていない。香りは記憶と深く関わっており、特に出汁に対する嗜好性は学習が重要であることが動物実験により示されていることから⁴⁾、本実験における作用についても出汁に対する摂取習慣が関与していると推察される。それ故、その解明にはより多くの被験者を用いた嗜好性による群分けや、出汁の摂取経験がない外国人を対象とした比較検討などが今後の課題になると思われる。

利 益 相 反

本論文発表内容に関連して申告すべき COI 状態はない。

本研究は、平成 27 年度 JSPS 研究費 JP15K07447 の助成を受け行われた。本研究の対象者としてご協力いただいた被験者の皆様に心より感謝の意を表する。

文 献

- 1) 石崎太一, 黒田素央, 杉田正明 (2006) 鰹だし継続摂取が気分・感情状態、特に疲労感に及ぼす影響。日本食品科学工学会誌 **53**: 225-8.
- 2) 石崎太一, 黒田素央, 久野真奈見, 北面美穂, 早瀬仁美 (2007) 鰹節だし摂取が単純作業負荷時の精神疲労・ストレスおよび作業効率に及ぼす影響。日本食品科学工学会誌 **54**: 343-6.
- 3) Sasahara I, Fujimura N, Nozawa Y, Furuhashi Y, Sato H (2015) The effect of histidine on mental fatigue and cognitive performance in subjects with high fatigue and sleep disruption scores. *Physiol Behav* **147**: 238-44.
- 4) 近藤高史, 松永哲郎, 中村和弘, 堀 悦郎, 西条寿夫 (2011) かつおだし嗜好性における学習の関与。日本味と匂学会誌 **18**: 301-2.
- 5) Amitsuka T, Okamura M, Shiibashi H, Yamamoto N, Saito T, Nammoku T, Fushiki T (2014) A study of an aroma extraction method and evaluation of the aroma extract contribution to the palatability and reinforcement effect of dried bonito using mice. *J Nutr Sci Vitaminol* **60**: 328-33.
- 6) Inoue N, Kuroda K, Sugimoto A, Kakuda T, Fushiki T (2003) Autonomic nervous responses according to preference for the odor of jasmine tea. *Biosci Biotechnol Biochem* **67**: 1206-14.
- 7) Nagai M, Wada M, Usui N, Tanaka A, Hasebe Y (2000) Pleasant odors attenuate the blood pressure increase during rhythmic handgrip in humans. *Neurosci Lett* **289**: 227-9.
- 8) Rompelman O, Coenen AJ, Kitney RI (1977) Measurement of heart-rate variability: Part 1—Comparative study of heart-rate variability analysis methods. *Med Bio Eng Comput* **15**: 233.
- 9) Coenen AJ, Rompelman O, Kitney RI (1977) Measurement of heart-rate variability: part 2—hardware digital device for the assessment of heart-rate variability. *Med Bio Eng Comput* **15**: 423-30.
- 10) 橋本邦衛 (1963) Flicker 値の生理学的意味と測定上の諸問題: Flicker Test の理論と実際。産業医学 **5**: 563-78.
- 11) Aitken RCB (1969) Measurement of feelings using visual analogue scales. *Proc R Soc Med* **62**: 989-93.
- 12) Maxwell C (1978) Sensitivity and accuracy of the visual analogue scale: a psycho-physical classroom experiment. *Br J Clin Pharmacol* **6**: 15-24.
- 13) Bergamaschi MM, Queiroz RHC, Chagas MHN, De Oliveira DCG, De Martinis BS, Kapczinski F, Martín-Santos R (2011) Cannabidiol reduces the anxiety induced by simulated public speaking in treatment-naïve social phobia patients. *Neuropsychopharmacology* **36**: 1219-26.
- 14) 清水恵一郎, 福田正博, 山本晴章 (2009) イミダゾールジペプチド配合飲料の日常的な作業のなかで疲労を自覚している健康者に対する継続摂取による有用性。薬理と治療 **37**: 255-63.
- 15) Flint A, Raben A, Blundell JE, Astrup A (2000) Reproducibility, power and validity of visual analogue scales in assessment of appetite sensations in single test meal studies. *Int J Obes* **24**: 38.
- 16) Nakano K, Kyutoku Y, Sawa M, Matsumura S, Dan I, Fushiki T (2013) Analyzing comprehensive palatability of cheese products by multivariate regression to its subdomains. *Food Sci Nutr* **1**: 369-76.
- 17) Girard DE, Arthur RJ, Reuler JB (1985) Psychosocial events and subsequent illness—a review. *West J Med* **142**: 358-63.
- 18) Hibino G, Moritani T, Kawada T, Fushiki T (1997) Caffeine enhances modulation of parasympathetic nerve activity in humans: quantification using power spectral analysis. *J Nutr* **127**: 1422-7.
- 19) Kuroda K, Inoue N, Ito Y, Kubota K, Sugimoto A, Kakuda T, Fushiki T (2005) Sedative effects of the jasmine tea odor and (R)-(-)-linalool, one of its major odor components, on autonomic nerve activity and mood states. *Eur J Appl Physiol* **95**: 107-14.
- 20) 飯島淳彦, 小杉 剛, 木竜 徹, 松本広介, 長谷川功, 板東武彦 (2011) ストレス状態の推定に有効な瞳孔反応パラメータの探索。生体医工学 **49**: 946-51.
- 21) Nozawa Y, Mimura M, Yamada K, Sugita M, Shibakusa T, Koyama N (2014) Dried bonito broth improves cognitive function via the histaminergic system in mice. *Biomed Res* **35**: 311-9.
- 22) Kreibig SD (2010) Autonomic nervous system activity in emotion: A review. *Biol Psychol* **84**: 394-421.

J Jpn Soc Nutr Food Sci 71: 133–139 (2018)

Original Paper

Effect of Japanese *dashi* on Autonomic Nervous System Activity and Mental Fatigue in Humans

Nozomi Moritaki,¹ Kazuo Inoue,¹ and Hanae Yamazaki^{*,2}

(Received April 19, 2017; Accepted January 19, 2018)

Summary: The Japanese soup stock known as *dashi* is used in many traditional Japanese cuisines and its taste and flavor are assumed to be fundamental components of most dishes. Recently, some studies have indicated that long-term intake of *dashi* has certain health benefits. In this study, we focused on the immediate effect of *dashi* intake on autonomic nervous system (ANS) activity and mental fatigue. Twenty-four healthy, non-smoking volunteers participated. The subjects consumed an assigned breakfast at 09:00, and the experiments were conducted between 10:30 and 11:30. Heart rate variability (HRV) was used as an indicator of ANS activity. To measure the degree of mental fatigue, the flicker test was performed before and after a simple calculation task, the “Uchida Kraepelin Test” for 30 minutes. Subjective assessment of emotional state was also conducted using a Visual Analog Scale (VAS). We observed a transient increase of parasympathetic nervous activity after intake of *dashi*. Olfactory perception of *dashi* odor also induced a similar effect on ANS. The flicker test and VAS evaluation demonstrated that *dashi* intake reduced the accumulation of fatigue caused by the calculation task. These results suggest that *dashi* may exert its relaxation and anti-fatigue effects through elevation of parasympathetic nervous activity, and that the aroma of *dashi* may have an important role in this function.

Key Words: *dashi*, aroma, autonomic nervous system activity, flicker test, anti-fatigue

* Corresponding author (E-mail: h-yamazaki@agr.ryukoku.ac.jp)

¹ Laboratory of Nutrition Chemistry, Division of Food Science and Biotechnology, Graduate School of Agriculture, Kyoto University, Kitashirakawa Oiwake-cho, Sakyo-ku, Kyoto 606-8502, Japan

² Faculty of Agriculture, Ryukoku University, 1-5 Yokotani, Seta Oe-cho, Otsu, Shiga 520-2194, Japan