

鰹出汁摂取によるヒトの体組成, 血液検査値及び 精神状態の変化

Changes of Body Composition, Blood Biochemical Parameters and Mood States by
Ingestion of Dried-bonito Broth in Humans

住澤 知之, 田中 友莉恵, 宮内 香奈, 浜崎 眞美,
胸元 孝夫, 竹中 正巳, 宮内 朝世

Tomoyuki SUMIZAWA, Yurie TANAKA, Kana MIYAUCHI, Mami HAMASAKI,
Takao MUNEMOTO, Masami TAKENAKA, Asayo MIYAUCHI

鹿児島女子短期大学

Kagoshima Women's College, Kourai-cho 6-9, Kagoshima, 890-8565

In our previous report, it was suggested the daily ingestion of dried-bonito broth might enhance the basal metabolism and prevent lifestyle-related diseases. To revalidate this possibility and the effects for mood states by dried-bonito broth, 24 healthy young female subjects ingested dried-bonito broth for 40 or 42 days. Measurement of body composition, blood biochemical parameters and mood states using the profile of mood states (POMS) questionnaire were performed before and after the ingestion periods. The body weight, soft lean mass, blood HDL cholesterol level and blood adiponectin level after the ingestion periods were significantly higher than that before the ingestion. The decrease in blood free fatty acids level was also significant. And the tendency for increase in body weight, soft lean mass and blood adiponectin level seemed to be representative for our previous finding. On the other hand, the increase in blood HDL cholesterol level and the decrease in blood free fatty acids level did not. The changes in mood states by dried-bonito broth ingestion were not significant. This study clarified that the reproducibility of enhancement in the basal metabolism and prevention against lifestyle-related diseases by the daily ingestion of dried-bonito broth.

Keywords : Dried-bonito Broth, Body Composition, Mood States

キーワード : 鰹出汁, 体組成, 血液検査, 精神状態

江戸時代(元禄10年)に刊行された本朝食鑑に, 鰹節には『気血を補い, 腸胃を調え, 筋力を壮し, …』などの健康効果があると記載されている¹⁾. 我々の研究においても, 本学に在籍する11名の女子学生に約6週間にわたり毎食前に鰹節より取った出汁を摂取してもらったところ, 被験者の摂取期間終了後の体重の平均は, 摂取前の体重の平均と比べ, 有意に0.40kg増加し, この体重の増加は, 筋肉量の増加や血中アディポネクチンの増加などと相関していた²⁾.

我々が行った研究では, 鰹出汁摂取期間終了後の自己申告で, 期間中の摂取達成率が80%以上であった11名について解析を行ったが, これはあくまでも自己申告であるため, どの程度確実に摂取したのかについては, 本人の感覚, 印象に過ぎず, 必ずしも正確ではない. 実際, 準備した鰹出汁パックの残量からは, 摂取達成率は, もっと低いと予想された. また, 対照群の設定などの実験方法にも問題があるうえ, 11名という人数も, 解析を行うには十分であると

は言い難い. その意味では, やや信憑性を欠いている結果であると言わざるを得ない.

そこで本研究では, 対照群についての問題が未だ解消されていないため, 実験方法については改善されてはいないが, 前回より被験者の人数を増やし, さらに, 被験者に鰹出汁の摂取記録をつけることを義務付けることにより, 鰹出汁摂取期間中の摂取達成率を正確に把握することにして, 再度, 同様の実験を行い, 鰹出汁を継続的に摂取した際の, 体重の変動, 骨量や筋肉量, 体脂肪率などの体組成の変化とそれに関連する血液検査値の変動について, 再現性の検討を行うことにした. また, 先行研究では, 鰹出汁摂取期間の前後に POMS (Profile of Mood States) アンケート調査を行い, 精神状態の変化を調べたところ, 全ての項目において改善がみられ, その変化はプラセボ摂取時に対して, 有意な変化を示すことが報告されている³⁾. そこで, 並行して POMS アンケート調査も行い, 精神状態の変化についても, 我々の実験系で再現性がみられるか検討を行

うことにした。

実験方法

1. 被験者

被験者は、ボランティアでの協力を申し出てくれた、2012年度に鹿児島女子短期大学に在籍する18～23歳の女性25名とした。本研究は、ヘルシンキ宣言に則り、被験者の倫理・人権・個人情報保護へ配慮の上で実施した。すべての被験者には、研究の目的、方法を十分説明し、試験参加に際しては、自由意思に基づく文書による同意を得た。また、すべてのデータは番号による処理を行った。実験の開始にあたり、被験者には、実験期間中に食生活・運動習慣を変えないことと、鯉出汁の摂取記録をつけることを指示した。結果の解析には、鯉出汁摂取記録にて、期間中の摂取達成度が80%以上であった24名のみを用いた。

2. 実験の手順

実験に使用した鯉削り節（枯本節花かつお）は、枕崎水産加工業組合より購入した。これを、ミルにて細かく粉碎後、3gずつお茶パックに詰めて1回分とした。被験者には、この1回分のパックから、毎食前に、熱湯100mlにて約1分間抽出を行って飲用してもらった。鯉出汁の摂取期間は、ボランティア学生と採血者のスケジュール調整により、平成24年10月24日～12月2日、または12月4日までの40日間、または、42日間とした。

3. 体成分分析、血液検査、POMS 調査

鯉出汁摂取開始前と摂取期間終了後に、次の測定と検査を行った。

- ① 身長・体重・血圧
- ② Body Composition Analyzer in Body 3.0 ((株) バイオスペース社、東京、日本) を用いて、体重、骨量、筋肉量、体脂肪量などの体成分分析を行った。
- ③ 血液検査
血液検査を行った項目は、血糖、中性脂肪、総コレステロール、LDL-コレステロール、HDL-コレステロール、遊離脂肪酸、インスリン、レプチン、アディポネクチンで、すべて(株) SRL (東京、日本) に分析を依頼した。
- ④ POMS アンケート調査

日本版 POMS のマーク式用紙 (金子書房、東京、日本) は、サクセス・ベル株式会社 (江田島、広島、日本) より購入し、アンケート調査後のコンピュータ採点も同社に依頼した。

4. 統計処理

全ての測定値は、平均値±標準偏差で示した。統計処理

表 1 鯉出汁摂取前後の、体重、骨量、筋肉量、および体脂肪量

	摂取前 (kg)	摂取後 (kg)	p 値 ^a
体重	52.76±7.82	53.32±7.92	0.0418
骨量	2.22±0.18	2.23±0.18	0.0708
筋肉量	35.55±3.99	35.90±4.03	0.0377
体脂肪量	14.98±4.83	15.19±4.86	0.3079

p 値以外の数値は、平均値±標準偏差

^a 対応のある t 検定による鯉出汁摂取期間前後での評価

には、GraphPad Prism ver.5 for Windows (日本語版) ((有) エムデーエフ、東京、日本) を用いた。鯉出汁摂取期間前後の測定値の検定には、対応のある t 検定により評価した。統計的有意水準は、すべて 5%未満とした。

実験結果

1. 体組成の変化

鯉出汁摂取期間前後の、被験者の体重、骨量、筋肉量、および体脂肪量の平均を表 1 に示す。鯉出汁摂取期間前後での変動は、骨量と体脂肪量では有意差を示さなかったが、体重の増加 (+0.56kg) と筋肉量の増加 (+0.36kg) には有意差が見られた (それぞれ、 $p=0.0418$ と $p=0.0377$)。前回行った研究では、鯉出汁摂取による体重の増加と、骨量や筋肉量の増加には相関性が見られた²⁾ため、今回も体重の増加との相関を調べた。その結果、今回の体重の増加は、骨量の増加、筋肉量の増加、および体脂肪量の増加と、それぞれ相関係数 $r^2=0.3581$ 、 $r^2=0.3760$ 、および $r^2=0.5143$ 、勾配の有意差 $p=0.0026$ 、 $p=0.0019$ 、および $p=0.0001$ で、何れとも、有意に相関していた。

2. 血液検査値の変化

鯉出汁摂取期間前後の、被験者の血液中のグルコース、中性脂肪、総コレステロール、LDL-コレステロール、HDL-コレステロール、遊離脂肪酸、インスリン、レプチン、およびアディポネクチンの濃度の平均を表 2 に示す。鯉出汁摂取後の採血時に朝食を食べてきたため、血糖値等の検査値で異常値を示し、期間前後での検査値の対応が十分でない学生が 1 名いたため、この 1 名を除く 23 名で血液検査結果の解析を行った。前回行った研究で、鯉出汁の摂取により有意な増加を示したが、他の因子の変動との相関性は見られなかったインスリン濃度の上昇については、今回、有意差は見いだされなかった。一方で、鯉出汁摂取期間前後で、前回の研究では有意差までは認められなかった、血液中のアディポネクチン濃度の上昇 (+1.84 $\mu\text{g/mL}$) に

表2 鰹出汁摂取前後の, 血液中のグルコース, 中性脂肪, 総コレステロール, LDL-コレステロール, HDL-コレステロール, 遊離脂肪酸, インスリン, レプチン, およびアディポネクチンの濃度

	摂取前	摂取後	p 値 ^a
血糖 (mg/dL)	86.52±5.58	87.57±7.88	0.5585
中性脂肪 (mg/dL)	56.30±27.23	61.09±27.31	0.4028
総コレステロール (mg/dL)	173.0±25.3	177.7±26.5	0.0565
LDL-コレステロール (mg/dL)	100.2±22.2	103.8±25.3	0.0981
HDL-コレステロール (mg/dL)	63.17±9.86	65.57±11.76	0.0226
遊離脂肪酸 (μEq/L)	484.9±227.9	370.0±198.5	0.0101
インスリン (μIU/mL)	8.07±4.68	8.17±2.38	0.9032
レプチン (ng/dL)	12.29±5.62	13.38±5.84	0.1713
アディポネクチン (μg/mL)	12.48±4.97	14.32±6.23	<0.0001

p 値以外の数値は, 平均値±標準偏差

^a 対応のある t 検定による鰹出汁摂取期間前後での評価

は, 有意差が認められた ($p < 0.0001$). また, 鰹出汁摂取期間前後での血液中の HDL-コレステロールと遊離脂肪酸の濃度の変動については, 今回, それぞれ+2.39 mg/dL, $p = 0.0226$ と -114.9 μEq/L, $p = 0.0101$ となり, 有意差が見られた. しかし, 前回は, 摂取期間前後での血液中の HDL-コレステロールと遊離脂肪酸の濃度変化は, それぞれ-4.82 mg/dL と +9.55 μEq/L で, 鰹出汁摂取による変動自体に一致が見られなかった.

前回は行った研究では, 鰹出汁摂取による体重の増加と血中アディポネクチンの増加には, 相関性が見られた²⁾. そこで, 体重の増加との相関を調べたところ, 相関係数 $r^2 = 0.06782$, 勾配の有意差 $p = 0.2301$ で, 今回は有意な相関は見られなかった. また, 鰹出汁摂取期間前後での, 血中アディポネクチン濃度の変動と相関する変化についても調べたが, 調べた何れの項目の変動との間にも, 有意な相関性は見いだせなかった.

3. 精神状態の変化

鰹出汁摂取期間前後の, 被験者の精神状態を POMS アンケート調査により調べた結果を表3に示す. 『怒り-敵意』, 『活気』, および『疲労』の項目については, マークシートの記入ミスにより, 23名での解析結果となっている. 『活気』以外の項目は, 数値が小さい方が良い状態であることを示すため, 何れも鰹出汁摂取により改善傾向がみられたが, 有意差は見出されなかった. 『活気』の項目については, 鰹出汁摂取期間前後の数値の平均が小さくなっていったため, 鰹出汁摂取による改善傾向すら認められなかった.

考察

前回は行った研究では, 鰹出汁の摂取をどの程度忠実に達成したのかを厳密に考慮することができなかつたうえ, 解析を行った鰹出汁を摂取した被験者数も11名と必ずしも十分な数ではなかつた. そこで, 今回は被験者数を25名で開始し, 期間中に摂取記録をつけてもらうことにより, 正確な摂取達成率を把握することとした. 摂取状況を記録してもらうことにより, 摂取を忘れずに行う効果も見られたようで, 前回は自己申告ながら17名中11名の結果しか解析に利用できなかった²⁾のに対し, 今回は25名中24名の結果を解析に用いることができた. また, 前回の研究では, 摂取

表3 POMS アンケート調査による鰹出汁摂取前後の精神状態

	摂取前	摂取後	p 値 ^a
緊張 - 不安	53.75±11.04	51.71±9.27	0.3846
抑うつ - 落込み	55.88±10.92	53.17±10.48	0.1531
怒り - 敵意 ^b	52.09±9.94	50.39±8.68	0.3362
活気 ^b	49.48±10.03	49.09±10.50	0.8364
疲労 ^b	52.96±10.33	51.48±10.38	0.4299
混乱	55.67±10.66	55.17±10.63	0.8006

p 値以外の数値は, 平均値±標準偏差

^a 対応のある t 検定による鰹出汁摂取期間前後での評価

^b マークシート記入のミスにより, 23名の結果で解析

カロリーを同程度に調製した日本茶摂取群を対照群として行ったが、この対照群との比較により、鰹出汁摂取で有意な変化が見られた項目については、鰹出汁摂取期間の前後で比較しても、有意な差を認め²⁾ため、今回の研究では対照群を設定せず、鰹出汁摂取期間前後での比較を行った。今後、より厳密な研究を行うにあたっては、プラセボ対照群の設定と、比較のための摂取方法等に関して検討を行う必要があると考えられ、今後の課題である。

我々の先の報告では、鰹出汁摂取期間前後での比較において、体重の増加と血中インスリン濃度の上昇に、有意な差を認め²⁾。今回の結果では、体重の増加には再現性が認められた(表1)ものの、血中インスリンの増加には有意差は認められなかった(表2)。また、前回、有意差は認められなかったものの、増加傾向がみられた筋肉量の増加と血中アディポネクチン濃度の上昇にも、鰹出汁摂取による有意差が認められた(表1, 表2)。したがって、鰹出汁の継続的な摂取により、体重、筋肉量、および血液中のアディポネクチンが増加すると考えられた。今回の結果では、鰹出汁摂取期間の前後で、血液中のHDL-コレステロール濃度が有意に増加していた(表2)が、前回の結果では、鰹出汁摂取によりかえって減少していたため、血中HDL-コレステロールについては、前回の血中インスリン濃度の結果と同様に、鰹出汁摂取以外の何か他の要因が影響したものと思われる。

前回の結果では、体重の増加と骨量の増加、筋肉量の増加、および血中アディポネクチン濃度の上昇の間には、相関がみられた²⁾。今回の結果では、鰹出汁摂取により、体重の増加と骨量の増加、筋肉量の増加、および体脂肪量の増加の何れにも相関がみられたが、血液中のアディポネクチン濃度の上昇との間には、相関性は見いだせなかった。そのため、少なくとも鰹出汁摂取による体重の増加と筋肉量と骨量の増加の間には関連性があると考えられるが、一方で、前回の結果で見られた鰹出汁摂取による体重の増加と血中アディポネクチン濃度上昇の関連性は定かではない。しかしながら、アディポネクチンは筋肉に多く発現しているタイプのアディポネクチン1型受容体を介して、ミトコンドリアの量や機能に関して重要な役割を果たすことが知られている転写共役因子PGC-1 α に作用することが報告されている⁹⁾。一方で、PGC-1 α のアイソフォームには、筋力トレーニング運動を行った後に筋肉の成長を促進し、筋力を増大させる作用があるという報告がある⁹⁾。そのため、アディポネクチンの作用機序と筋肉量増加の機序がPGC-1 α を経由してつながるならば、アディポネクチンの分泌亢進と筋肉量の増加の間に、何らかの関連性が存在する可能性は否定できない。事実、運動により筋肉を増やすことは一般的にも良く知られている。血中アディポネクチン濃

度は内臓脂肪量に逆相関する⁹⁾ので、アディポネクチンの分泌を増やすには、内臓脂肪量を減少させるために、やはり基本的には運動することが求められている。それ故、運動を介する場合には、アディポネクチン量の上昇と筋肉量の増加には正の相関がみられることになるはずである。

アディポネクチンは、脂肪細胞から分泌される抗糖尿病、抗メタボリックシンドローム作用を有するホルモンとして知られている⁷⁾。鰹出汁の摂取により、血中アディポネクチン濃度が上昇するので、鰹出汁には、生活習慣病予防効果がある成分が含まれていると言える。鰹に含まれる栄養成分の中で、アディポネクチンの増加に関わる可能性があるものとしては、ドコサヘキサエン酸(DHA)やエイコサペンタエン酸(EPA)が挙げられる⁹⁾。しかしながら、ラットでは大豆に含まれるタンパク質 β -conglycininが血中アディポネクチン濃度を高めるという報告がある⁹⁾。そのため、鰹出汁成分中にも、DHAやEPAのような脂肪酸以外に、タンパク質、ペプチド性成分中に、アディポネクチンの分泌を亢進させる成分が存在している可能性があると考えられる。鰹出汁成分に含まれる血中のアディポネクチンレベルを上昇させる因子を同定することは、今後の極めて興味深い課題である。

鰹出汁摂取による筋肉量の増加は、江戸時代の書物である本朝食鑑の中で、鰹節が『気血を補い』、『筋力を壮し』と記述されている¹⁾ことともよく一致している。そこで、鰹出汁成分中の筋肉量を増加させる因子の同定も、今後の重要な課題であると思われる。なぜならば、鰹出汁に含まれる何らかの栄養成分により筋肉量が増加するならば、それは、加齢や過度の肥満などにより運動が十分にできない場合にも、筋力低下を防ぎ、サルコペニアを予防することができるかと期待できるからである。

鰹出汁摂取期間前後の被験者の精神状態の変化を、POMSアンケート調査により調べたところ、Nozawaらの報告³⁾と『活気』以外の項目については同様な傾向を示した(表3)。しかしながら、改善効果が明らかであるとまでは言えなかった。Nozawaらの研究では、摂取期間が2週間であるのに対し、我々の研究では、約6週間であった。比較的長期間で行う場合は、他の要因の影響を受ける機会が増えることも考えられるため、摂取期間等の方法の違いが結果に影響している可能性も考えられる。鰹出汁摂取の及ぼす精神状態の変化については、今後さらなる検討が必要である。

我々の今までの研究で、鰹出汁の継続的な摂取により筋肉量が増加し、血中アディポネクチン濃度が上昇することは、確認できたと考えている。そこで今後、これらに関わる鰹出汁中の成分の同定を含め、より詳細に、メカニズムの解明を行っていく必要がある。

謝辞

本研究を遂行するにあたり,採血等では,鹿児島女子短期大学保健室の上大菌暁子先生にご協力頂きました.ここに,謹んで感謝の意を表します.

文献

- 1) 丹岳野必大千里:本朝食鑑, 9巻(1697);国立国会図書館デジタル化資料
<http://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2569421?tocOpened=1>
- 2) 住澤知之,久保佐也加,塩賀千恵,福留由衣,浜崎眞美,竹中正巳,宮内朝世:鰹出汁摂取によるヒトの体組成と血液検査値の変動.鹿児島女子短期大学紀要. **48**:11-16(2013)
- 3) Y. Nozawa, T. Ishizaki, M. Kuroda & T. Noguchi: Effect of dried-bonito broth intake on peripheral blood flow, mood, and oxidative stress marker in humans. *Physiol. Behav.*, **93**, 267-273 (2008).
- 4) M. Iwabu, T. Yamauchi, M. Okada-Iwabu, K. Sato, T. Nakagawa, M. Funata, M. Yamaguchi, S. Namiki, R. Nakayama, M. Tabata, H. Ogata, N. Kubota, I. Takamoto, Y. K. Hayashi, N. Yamauchi, H. Waki, M. Fukayama, I. Nishino, K. Tokuyama, K. Ueki, Y. Oike, S. Ishii, K. Hirose, T. Shimizu, K. Touhara & T. Kadowaki: Adiponectin and AdipoR1 regulate PGC-1 α and mitochondria by Ca²⁺ and AMPK/SIRT1. *Nature*, **464**, 1313-1319 (2010)
- 5) J. L. Ruas, J. P. White, R. R. Rao, S. Kleiner, K. T. Brannan, B. C. Harrison, N. P. Greene, J. Wu, J. L. Estall, B. A. Irving, I. R. Lanza, K. A. Rasbach, M. Okutsu, K. S. Nair, Z. Yan, L. A. Leinwand & B. M. Spiegelman: A PGC-1 α isoform induced by resistance training regulates skeletal muscle hypertrophy. *Cell*, **151**, 1319-1331 (2012)
- 6) Y. Arita, S. Kihara, N. Ouchi, M. Takahashi, K. Maeda, J. Miyagawa, K. Hotta, I. Shimomura, T. Nakamura, K. Miyaoka, H. Kuriyama, M. Nishida, S. Yamashita, K. Okubo, M. Matsubara, M. Muraguchi, Y. Ohmoto, T. Funahashi & Y. Matsuzawa: Paradoxical decrease of an adipose-specific protein, adiponectin, in obesity. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, **257**, 79-83 (1999)
- 7) T. Kadowaki & T. Yamauchi: Adiponectin and adiponectin receptors. *Endocrine Reviews*, **26**, 439-451 (2005)
- 8) P. Flachs, V. Mohamed-Ali, O. Horakova, M. Rossmeisl, M. J. Hosseinzadeh-Attar, M. Hensler, J. Ruzickova & J. Kopecky: Polyunsaturated fatty acids of marine origin induce adiponectin in mice fed a high-fat diet. *Diabetologia*, **49**, 394-397 (2006)
- 9) N. Tachibana, Y. Iwaoka, M. Hirotsuka, F. Horio & M. Kohno: β -conglycinin lowers very-low-density lipoprotein-triglyceride levels by increasing adiponectin and insulin sensitivity in rats. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, **74**, 1250-1255 (2010)

(2013年12月2日 受理)