北海道産ハスカップ茶の創製と官能評価

坂本 恵^{1*}, 荒川義人^{1,2}, 三好孝二³, 金澤康子², 森谷 紘^{1,2}

¹ 天使大学大学院看護栄養学研究科栄養管理学専攻

² 天使大学看護栄養学部栄養学科

³ (株)美唄農産物高度利用研究所

Production and Sensory Evaluation of Hokkaido Haskap Tea

Megumi Sakamoto^{1*}, Yoshihito Arakawa^{1,2}, Kohji Miyoshi³, Yasuko Kanazawa² and Kiyoshi Moriya^{1,2}

¹ Course of Nutrition Management, Graduate School of Nursing and Nutrition, Tenshi College,

Kita 13, Higashi 3, Higashi-ku, Sapporo, Hokkaido 065-0013

² Department of Nutrition, School of Nursing and Nutrition, Tenshi College,

Kita 13, Higashi 3, Higashi-ku, Sapporo, Hokkaido 065-0013

³ Bibai Agriculture High Use Institute, Higashi 6, Kita 9, Bibai, Hokkaido 072-0007

The juice-residue of haskap berries (HS) from Hokkaido comprises greater than 30% of berry wet weight. Although HS juice-residue contains functional nutritional compounds such as anthocyanins, it is generally considered waste. To effectively utilize HS juice-residue, we produced a novel HS tea, analyzed its components, and evaluated the correlation between participants' sensory perceptions and alterations in mood and EEG. HS tea was produced by freeze-drying the HS juice-residue. The HS tea hot water extract had a bright red color. The anthocyanin content of HS tea was evaluated using HPLC and aromatic compounds were detected using GC-MS. Sensory evaluation, using plain water as control, of HS tea in adult females correlated with effects on mood and EEG. The anthocyanin content was 1 170 mg/100 g dried HS tea, which was equal to that of wet haskap berries and the juice-residue. Limonene was detected as one of the aromatic components of HS tea. Most participants considered HS tea to have "good color" and to be "easy to drink". For the HS tea intake trials, laterality coefficients for both frontal and central α waves increased significantly, indicating a refreshing effect. These results suggest that the novel HS tea is a practical use of HS juice-residue, producing a functional drink to alleviate stress. (Received Jan. 6, 2012; Accepted Jun. 22, 2012)

Keywords : Haskap tea, red color, sensory evaluation, mood state, electroencephalogram (EEG)

キーワード : ハスカップ茶, 赤色, 官能評価, 感情状態, 脳波

北海道を主産地とするハスカップは、アイヌ語の「ハシカブ」に由来し、「不老長寿の妙薬」と言われていた。栄養成分としては、カルシウム、鉄、ビタミン C、ビタミン E が比較的多く含まれ¹⁾、生体調節機能に関わる成分としてはポリフェノールの一種であるアントシアニン類の多いことが知られている²⁾。ハスカップのアントシアニンについては、寺原らが主要な 2 つの色素（シアニジン-3-グルコシド、シアニジン-3, 5-ジグルコシド）とマイナーな 2 つの色素（シアニジン-3-ルチノシド、シアニジン-3-ゲンチオビオシド）を同定している³⁾。シアニジン-3-グルコシドは赤色系の色素であるが、アントシアニン類に期待される生体調節機能として、抗酸化作用、抗炎症作用等に基づく眼精疲労や視力低下の予防・改善⁴⁾、動脈硬化や癌の予防^{5,6)}、末梢筋血流

の改善⁷⁾、精神機能の向上⁸⁾、気分の改善⁹⁾ などについて報告されているが、人間を対象とした先行研究は多くない。

ハスカップ果実は軟らかく傷みやすいため、ジュースやジャムに加工されることが多く、生果での出荷は限定され、冷凍された果実が流通しているが高価である。ハスカップ果実ジュース搾汁後の残渣は果実重量の約 30% であり、その殆どが廃棄されているのが現状である。果実ジュース搾汁残渣には果実と変わらない量のアントシアニンが含まれている¹⁰⁾ ため、残渣活用の意義は大きいと考える。

現代社会ではストレスを感じる事が多く¹⁾、心身の健康を維持・増進することは容易ではない。本調査¹⁾では、男性よりも女性の方がストレスを感じているものが多く、なかでも 20 代女性が多かった。ストレスから抑うつ的な状態に陥ることも多く、うつ病の罹患者も増えている¹¹⁾。過剰なストレスはメンタルヘルスを損なうだけではなく、虚血性心疾患など種々の生活習慣病のリスクになることが

^{1,2} 〒065-0013 北海道札幌市東区北 13 条東 3-1-30

³ 〒072-0007 北海道美唄市東 6 条北 9-1-11

* 連絡先 (Corresponding author) sm092101@student.tenshi.ac.jp

図 1 ハスカップ茶の作製工程

A, ハスカップ生果実; B, ジュース搾汁残渣; C, 凍結乾燥後粉碎した粉末;
D, 1 包 2g のハスカップ茶; E, 抽出したハスカップ茶.

知られている¹¹⁾。このようなストレスに対処するための手軽な方法の一つとして、市販のハーブ茶飲用によるストレス軽減の有効性が示唆され¹²⁾¹³⁾、著者らはリラックス感を高める効果¹⁴⁾と快感情を強めるリフレッシュ効果¹⁵⁾の面から有効性を確認した。

人体の 50-70% は水分で構成され、食事や代謝水の他に飲料水から 1 日 0.5-1.5 リットルを補給する必要がある¹⁶⁾。摂取される飲料水としては、「普通」水の量に次いで、緑茶や紅茶のような茶として摂取される水の量の多いことが報告されている¹⁷⁾。緑茶や紅茶には、ポリフェノールの一種であるカテキンが豊富に含まれる¹⁷⁾。種々のポリフェノールが含有されることの多いハーブ茶も茶の 1 種と考えられ、習慣的に摂取する飲料として好まれる可能性がある。アントシアニン類には様々な健康効果が報告されている^{4)~9)18)19)} ことから、残渣を有効活用して、生活の中で手軽に飲用され得る新しいハーブ茶としてのハスカップ茶を作製し、その中に含有される主要な成分を同定するとともに、官能評価並びに感情と脳波の評価試験から飲用効果を検討することを本研究の目的とする。

実 験 方 法

1. ハスカップ茶の作製

(株)美唄農産物高度利用研究所(美農研)より提供を受けたハスカップ果実ジュース搾汁残渣凍結品¹⁰⁾を切碎し、凍結乾燥機(EYELA 凍結乾燥機 FDU-2200 型, 東京理科器械)で 1 週間、 -80°C で乾燥した後、粉碎機(Force Mill, 大阪ケミカル)で粉末にし、紙パック(No. 471, $7\times 5\text{ cm}$, 清和社)1 包の中に 2g を入れてシーラー(SURE シーラー NL-201J, 石崎電機製作所)で封じ、自家製ハスカップ茶(以下、HS 茶と略)を作製した(作製のプロセスを図 1 に示す)。ハスカップ果実ジュース搾汁残渣の凍結乾燥前後に重量を測定し、その差を搾汁残渣の水分重量とみなした。

2. HS 茶に含有されるアントシアニンの定量

アントシアニンの抽出・定量は次のように行った。試料の HS 茶 2g を 95°C の熱湯 150ml で 5 分間抽出し、水系用 4A タイプ $0.45\mu\text{m}$ フィルター(材質、オレフィン系ポリマー)(GL-クロマトディスク, ジーエルサイエンス社)でろ過し、ろ液を高速液体クロマトグラフ(以下、HPLC)

(GL-7400 HPLC システム)で分析し、PDA 検出器(GL-7452A)によって、検出波長 516 nm でピーク面積を検出した。HPLC 分析の条件としては、充填剤入りカラム Inert-SustainC18 ($5\mu\text{m}$ 粒子径, 内径 4.6 mm , 長さ 250 mm , ジーエルサイエンス社), 移動相 $\text{CH}_3\text{OH}/\text{CH}_3\text{CN}/0.1\% \text{ TFA}$ ($10:15:75$)を用い、流量を 1.0 ml/min , オープン温度を 30°C とした。色素の標準品として、シアニジン-3-グルコシドクロライド(Cyanidin 3-glucoside chloride, 常盤製薬)試薬 1.0 mg を 0.1 N HCl で希釈し、 1.0 mg/ml に調整した。調整した試薬を HPLC 移動相で希釈し、検量線用に $25, 50, 100, 200, 500\mu\text{g/ml}$ の 5 濃度に調整して求めた各ピーク面積と、サンプルのピーク面積比から、HS 茶乾燥重量当たりのアントシアニン含有量を定量した。

3. HS 茶に含有される香り成分の分析

HS 茶 2g 入りティーパックを熱湯 (95°C) 150ml で 5 分間抽出し、カップに移して発生する蒸気をキャニスター(1.0L Silonite MiniCan)で 2 分間捕集、次いで自動濃縮装置(Entech 7100A)によって冷却捕集し、ガスクロマトグラフ質量分析計(以下、GC-MS) (5973N GC-MS, アジレント・テクノロジー社)による分析を行った。キャピラリーカラム(型式 DB-1, 0.32 mm 内径, 60 m 長さ, $0.25\mu\text{m}$ 膜厚, 固定相組成, ポリジメチルポリシロキサン, アジレント・テクノロジー社), キャリアーガスとして超高純度ヘリウムを使用(流量, 1.0 ml/min)し、 50°C から 250°C の昇温分析 (10°C/min)を行った。MS ライブラリ NIST05a (NIST 社)を用いて、化学構造を推定した。

4. 評価試験

(1) 官能評価

官能評価では、男性よりもストレスを感じることが多いと報告されている女性を対象にした¹⁾。しかし、女性でもハーブ茶の好き嫌いがあり、試料飲料の好みが効果に影響すると報告されている¹²⁾ため、HS 茶の官能評価を幅広い年代で行うことを意図した。20~70 歳代の T 大学と B 大学関係者 150 名、20 歳代は大学生と教職員、30 歳代、40 歳代、50 歳代は教職員とその妻、60 歳代以上は教職員と地域連携事業の参加者であり、各年代 30 名とした。HS 茶を 95°C の熱湯 150ml で 5 分間抽出し、飲用時温度 55°C で官能評価を実施した。

図2 脳波電極の装着部位 (国際10-20電極配置法)

電極は国際10-20電極配置法によるF3, F4, C3, C4の4部位に配置された。

官能評価は、「好ましきさ、嗜好に合っている」、「飲みやすさ」の2項目とした。好ましきさについては、「色、香り、酸味、渋み、甘み」の5項目について、「とても好ましい」から「とても好ましくない」の7段階のリカート式で評価する質問紙を用いた（とても好ましい、3点；好ましい、2点；やや好ましい、1点；どちらともいえない、0点；やや好ましくない、-1点；好ましくない、-2点；とても好ましくない、-3点を配点した）。飲みやすさについては、「飲みやすかった」「どちらともいえない」「飲みにくかった」の3段階で評価する質問紙を用いた（飲みやすかった、1点；どちらともいえない、0点；飲みにくかった、-1点を配点した）。

(2) 感情状態と脳波の測定

ストレスを感じていることの多い20歳代の女性14名（測定時の平均BMI、 21.3 ± 0.5 (SEM) (kg/m^2)）を対象に、HS茶飲用による感情状態と脳波の変化を2009年11月から2010年2月に測定した。HS茶または対照飲料としての白湯（同量・同温）を対象者に飲用させ、飲用前後に測定を行った。実験時には、HS茶2g入りのティーパックを95℃の熱湯150mlで5分間抽出し、飲用時の温度が55℃になるようにして提供した。両飲料とも2分間で飲み終わるように指示した。実験は順序効果を相殺するために、2群に分けて実施した。1群（7名）は、HS茶を先に飲用し、他群（7名）は白湯を先に飲用する第1回目実験を行った。本実験後1週間以上の期間を空けて、異なる飲料の第2回目実験を行った。実験では、対象者に脳波測定電極を装着し、45分間安静座位で両指標をHS茶または白湯の飲用前後に各2回測定した。感情状態は、信頼性と妥当性が検証されている標準化質問紙（Mood Check List-Short Form 1, MCL-S.1³⁰⁾）を用いて、リラックス感と快感情得点

経過 (分)	実験の流れ
	集合 身長・体組成測定 脳波電極装着 (MCL-S.1練習)
0	安静スタート 脳波測定
8	閉眼 (5分間)
13	
15	MCL-S.1に記入
25	飲料 (HS茶または白湯)
27	(2分間でちょうど飲みきるようにする)
28	閉眼 (5分間)
33	
38	MCL-S.1に記入
45	測定終了

実験終了、電極を外し、感想を書いてもらう。

図3 脳波並びに感情状態測定の概略

MCL-S.1, Mood Check List-Short Form 1; HS茶, ハスカップ茶。

を求めた。脳波測定では、既報¹⁴⁾¹⁵⁾と同様に、Ag/AgCl電極を使用し、国際基準10-20法に従い、頭皮上の前頭部 (F3, F4部位) と中心部 (C3, C4部位) に電極を装着し (図2)、時定数0.3秒で脳電位を測定した (脳波計, ポリメイト, デジテックス研究所)。基準電極は両耳朶を連結し単極導出した。サンプリング周波数は200Hzとした。8.0 Hz以上13.0 Hz未満を α 帯域 (α 波) とし、MemCalc法¹⁴⁾¹⁵⁾で周波数解析を行った (解析ソフト, Makin2, GMS社)。解析はHS茶または白湯を飲用する前後の閉眼時各5分間のうち、前後1分間を除いた3分間 (2~4分) の平均値を用いて、部位別に α 波パワー値を求めた。感情状態と脳波を測定する45分間の実験の流れの概略図を示した (図3)。

MCL-S.1のリラックス感は、「リラックスしている」「ゆったりしている」「落ちついていいる」「穏やかな気分である」の4項目の動詞句に、「まったくそうである」(3点) から、「まったくそうでない」(-3点) までのリカート式7選択肢から自記式で1回答を選ばせた。快感情は、「生き生きしている」「爽快な気分である」「はつらつしている」「すっきりしている」の4項目の動詞句から、リラックス感と同様に7選択肢から自記式で1回答を選ばせた。リラックス感、快感情得点は、共に-12点から+12点に分布しうが、得点が高いほどその感情が良好であることを示す。測定開始前に行う脳波電極の装着時に、MCL-S.1質問紙の自記式回答を練習させた。

図2に示す脳波を測定した前頭部 (F3とF4部位) または中心部 (C3とC4部位) の α 波パワー値の増加は、全身のリラックスに対応²¹⁾²²⁾し、脳波 α 波パワー左右差係数値の増加 (左右偏側性の高まり)¹⁵⁾²³⁾は、快感情や活気感のようなポジティブでリフレッシュされた感情の亢進と関連

表 1 ハスカップ茶の官能評価結果

	20 代 (30 名)	30 代 (30 名)	40 代 (30 名)	50 代 (30 名)	60 代以上 (30 名)	有意差
好ましさの度合い得点Σ						
色	1.0±0.3	1.5±0.3	1.5±0.3	1.5±0.3	1.6±0.2	
香り	0.1±0.3	1.2±0.3 (+vs 20 代)	0.5±0.2	1.2±0.3 (+vs 20 代)	0.3±0.3	*
酸味	0.0±0.4	0.8±0.2	0.7±0.3	0.4±0.3	0.6±0.2	
渋み	0.5±0.3	1.0±0.2	0.5±0.3	-0.2±0.3 (+vs 30 代)	0.2±0.3	*
甘み	0.8±0.3	1.1±0.2	0.5±0.3	0.2±0.3	0.2±0.3	
飲みやすさ得点ΣΣ	0.5±0.1	0.6±0.1	0.5±0.1	0.4±0.1	0.4±0.1	

Mean±SEM：一元配置分散分析，* $p<0.05$ ；多重比較補正（Bonferroni 法），+ $p<0.05$ 。

Σ，とても好ましい，3 点；好ましい，2 点；やや好ましい，1 点；どちらともいえない，0 点；やや好ましくない，-1 点；好ましくない，-2 点；とても好ましくない，-3 点。

ΣΣ，飲みやすかった，1 点；どちらともいえない，0 点；飲みにくかった，-1 点。

し，緊張または抑うつ的なストレスとその軽減を評価する指標として用いられる。

5. 統計解析

本研究の HS 茶官能評価得点並びに MCL-S.1 感情得点は間隔量であるが，等間隔に近い 5 段階以上に分かれた値は連続量として取り扱えるという古谷野の見解²⁴⁾に従った。飲みやすいか否かは等間隔の 3 段階であるが，同様に定量的変数に準じて取り扱えるという見解²⁴⁾に従った。年代間の比較のために一元配置分散分析を行い，多重比較補正には Bonferroni 法を用いた²⁵⁾。感情得点並びに脳波パワー値の解析には，2 要因ともに対応のある反復測定二元配置分散分析（飲料×時間）を行い，飲料並びに時間の主効果と交互作用の有意性を求めた。主効果と交互作用が有意な場合には単純主効果の検定と Bonferroni 法による多重比較を，交互作用が有意でない場合には有意な主効果に対応した多重比較を Bonferroni 法によって行った²⁵⁾。分散分析における主効果が有意であることは，各処理水準の少なくとも 1 つ以上の組み合わせに有意差があることを示し多重比較が必要なこと²⁶⁾，分散分析結果が有意でない場合でも多重比較は行えるという見解²⁷⁾²⁸⁾に一部従った。データクリーニング（外れ値の除外）のために，Smirnov 棄却検定法を用いた²⁹⁾。

結果は Mean±SEM で表し，両側または片側検定により，有意水準を 5% とし，10% 未満を有意傾向とした。片側検定は一方方向性の仮説が明確な場合に用い，それ以外は両側検定とした³⁰⁾³¹⁾。即ち，HS 茶飲用によるリラックスとリフレッシュ効果を感情状態・脳波・自覚的睡眠感で確認している³²⁾ことから，HS 茶飲用の感情状態と脳波に及ぼす効果には片側検定，それ以外の検定には両側検定を用いた。統計解析ソフト IBM SPSS Statistics 19（日本 IBM，東京）を使用した。

6. 倫理的配慮

本研究は，「天使大学における人間を対象とする研究倫理委員会」の審査と承認を得て行われた。

実 験 結 果

1. 創製した HS 茶とそのアントシアニン量

HS 茶 2g を熱湯（95℃）150ml で 5 分間抽出して調製した HS 茶抽出液を図 1 に示した。抽出液は鮮赤色であり，色素成分とされるアントシアニンの主成分であるシアニン-3-グルコシドは，本研究で使用したハスカップの果実には，湿重量 100g 当たり，207.7±18.6（mg）（平均値±SEM）（ $n=5$ ），搾汁残渣には 230.4±1.1（ $n=5$ ）含有された。HS 茶抽出液の定量結果から求めた乾燥重量 100g 当たりの HS 茶シアニン-3-グルコシド量は，1170±49.1（ $n=4$ ）（mg）であった。

搾汁残渣の凍結乾燥前後の重量は，乾燥前 411±44（g）（ $n=9$ ）が，乾燥後 111±11（g）になり，乾燥重量と水分の比率は，27.6±1.3（%）と 72.4±1.3（%）であった。搾汁残渣の平均水分含有量 72.4% で補正し，乾燥重量 100g 当たりの平均値にすると，搾汁残渣の乾燥重量 100g 当たりシアニン-3-グルコシド含有量は 835mg となり，HS 茶の含有量は搾汁残渣の 1.4 倍量に相当した。

2. HS 茶の香り成分の検出

HS 茶抽出液から発生する蒸気に，リモネン，β-オシメン，β-ミルセンが検出された。

3. 評価試験

(1) HS 茶の官能評価

HS 茶の色や香り等の好ましさ，飲みやすさについての官能評価結果を表 1 に示した。色の好ましさ得点は，どの年代も「好ましい，2 点」から「やや好ましい，1 点」の間にあり，60 代は 1.6±0.2 と最高得点で，次いで 30 代，40 代，50 代の 1.5±0.3 であった。香りの好ましさ得点は，「やや好ましい，1 点」と「どちらともいえない，0 点」の間にあったが，30 代，50 代で，1.2±0.3 と高い得点であり，20 代で低く年代間で有意差が見られた。渋みは 30 代が最高得点で，50 代が低く年代間に有意差がみられた。飲みやすさ得点は，「飲みやすかった，1 点」と「どちらともいえない，0 点」の間にあった。

図4 HS茶の「色の好ましさ」得点の分布
横棒グラフ上の数値の単位, % ; 60代, 60代以上.

図5 HS茶の「飲みやすさ」評価結果
横棒グラフ上の数値の単位, % ; 60代, 60代以上.

い, 0点」の間にあり, 50代, 60代でやや評価が低い, 年代間に有意差はみられなかった. HS茶の色の好ましさ得点の選択分布を対象者の年代ごとに図4に示した. 20代から60代までの全年代で, 「とても好ましい」, 「好ましい」, 「やや好ましい」の選択を加算すると70%から80%の間にあり, 高い割合を占めた. HS茶の飲みやすさ得点の選択分布を対象者の年代ごとでみると, 20代で「飲みやすかった(1点)」が73%に対して, 50代と60代では47%であった. 「飲みにくかった(-1点)」は20代で20%と最高割合で40代では3%と低かった(図5)が, 年代による有意差は見られなかった.

(2) 感情状態得点並びに脳波α波パワー値と左右差係数値

リラックス感と快感情は, 得点が高いほどその感情が良好なことを示す. HS茶飲用前後のリラックス感と快感情得点の平均値, 並びに検定結果を表2に示した. リラックス感得点のHS茶飲用前後の変化量において外れ値が14例中1例あり, スミルノフ棄却検定で除かれた($p < 0.05$)ため, 13例で以下の検定を行った. リラックス感得点は, HS茶飲用の前値が 6.9 ± 1.2 で飲用後 7.7 ± 1.0 , 白湯飲用の前値が 6.6 ± 1.2 で飲用後 7.5 ± 1.1 であった. 飲料×時間の反復測定二元配置分散分析において時間の主効果が有意($p < 0.05$)で交互作用が有意でないことから, 各飲料の飲用前後に多重比較を行った結果, HS茶または白湯の各飲用後値は前値に比べて高い値であった($p < 0.05$). 快感情得

表 2 ハスカップ茶と白湯飲用による感情状態得点の変化

飲料		リラックス感得点 ($n=13$) ⁺	p vs 飲用前値	快感情得点 ($n=14$)	p vs 飲用前値
HS 茶	飲用前値	6.9±1.2		1.6±1.4	
	飲用後 10 分値	7.7±1.0	*	4.1±1.5	*
白湯	飲用前値	6.6±1.2		0.9±1.8	
	飲用後 10 分値	7.5±1.1	*	3.6±1.2	*
P 飲料		$P=0.792$		$P=0.515$	
P 時間		$P=0.012$		$P=0.029$	
P 交互作用		$P=0.861$		$P=0.775$	

Mean±SEM ($n=14$; ⁺1 例のデータが Smirnov 棄却検定によって除外された;
 P , 反復測定二元配置分散分析 p 値; 多重比較補正 (Bonferroni 法), * $p<0.05$;
 HS 茶飲用では片側検定を白湯飲用では両側検定を採用 (詳細は本文参照); HS
 茶, ハスカップ茶.

表 3 ハスカップ茶と白湯飲用による脳波 α 波パワー値の変化

飲料	測定部位	F3 (μV^2)	p vs 飲用前値	F4 (μV^2)	p vs 飲用前値	C3 (μV^2)	p vs 飲用前値	C4 (μV^2)	p vs 飲用前値
HS 茶	飲用前値	14.9±4.2		13.9±3.9		15.2±3.6		13.0±3.1	
	飲用後 2-5 分値	20.5±4.5	*	20.5±4.5	*	20.2±3.5	*	19.4±3.2	*
白湯	飲用前値	11.2±2.3		13.0±2.9		14.1±3.3		14.0±3.1	
	飲用後 2-5 分値	19.6±3.5	*	21.9±4.2	**	21.8±3.5	*	22.8±4.2	**
P 飲料		$P=0.670$		$P=0.973$		$P=0.969$		$P=0.666$	
P 時間		$P=0.001$		$P<0.001$		$P=0.001$		$P<0.001$	
P 交互作用		$P=0.534$		$P=0.644$		$P=0.479$		$P=0.581$	

Mean±SEM ($n=14$); P , 反復測定二元配置分散分析 p 値; 多重比較補正 (Bonferroni 法), * $p<0.05$, ** $p<0.01$; HS 茶
 飲用では片側検定を白湯飲用では両側検定を採用 (詳細は本文参照); F3, F4, C3, C4, 国際 10-20 電極配置法; HS 茶, ハ
 スカップ茶.

点は, HS 茶飲用前値 1.6 ± 1.4 で飲用後 4.1 ± 1.5 , 白湯飲用の前値が 0.9 ± 1.8 で飲用後 3.6 ± 1.2 であった. 反復測定二元配置分散分析で時間の主効果が有意 ($p<0.05$) で交互作用が有意でないことから, 各飲料の飲用前後に多重比較を行った結果, HS 茶と白湯の各飲用後値は前値に比べて高値であった ($p<0.05$). HS 茶または白湯の飲用によって, リラックス感と快感情の両感情状態得点が有意に増加した (表 2).

HS 茶と白湯飲用の脳波測定結果について, 前頭部 F3, F4, 中心部 C3, C4 部位における α 波パワー値の飲用前後の平均値と検定結果を表 3 に示した. F3 部位の α 波パワー値は, HS 茶飲用前 14.9 ± 4.2 ($n=14$) (μV^2) に対し飲用後は 20.5 ± 4.5 であり, 白湯飲用前 11.2 ± 2.3 に対し飲用後は 19.6 ± 3.5 であった. 飲料×時間の反復測定分散分析で時間の主効果が有意 ($p<0.01$) で交互作用が有意でないことから, 各飲料の飲用前後に多重比較を行った結果, HS 茶と白湯の各飲用後値は前値に比べて高い値であった ($p<0.05$). 他の部位 (F4, C3, C4 部位) でも同様に, HS 茶飲用並びに白湯飲用によって α 波パワー値は高くなる傾向を示したが, 反復測定分散分析で時間の主効果が有意 (F4,

C4 部位 $p<0.001$, C3 部位 $p<0.01$) で交互作用が有意でないことから, 各飲料の飲用前後に多重比較を行った結果, HS 茶と白湯の各飲用後値は前値に比べて高い値であった ($p<0.05$ または 0.01). 全測定 4 部位において, 両飲料の各飲用後に α 波パワー値は有意に増加した (表 3).

HS 茶 (または白湯) 飲用前後の F3-F4 部位, 並びに C3-C4 部位 α 波左右差係数平均値と検定結果を表 4 に示した. 両部位 α 波左右差係数値の HS 茶飲用前後の変化量 1 と白湯飲用前後の変化量 2 の差において外れ値が 14 例中 1 例あり, スミルノフ棄却検定で除かれた ($p<0.01$) ため, 13 例で以下の検定を行った. C3-C4 部位 α 波左右差係数値では, HS 茶飲用前の -9.9 ± 3.1 ($n=13$) に対し飲用後は -6.1 ± 3.2 であり, 白湯飲用前は -3.2 ± 4.2 で飲用後は -1.0 ± 3.5 であった. 飲料×時間の反復測定分散分析において時間の主効果が片側検定有意 ($p=0.054$) で交互作用が有意でないことから, 各飲料の飲用前後に多重比較を行った結果, HS 茶飲用の後値は前値に比べて高値 ($p<0.05$) であった. 一方, 白湯飲用後に有意な変化は認められなかった (表 4). F3-F4 部位 α 波左右差係数値の反復測定分散分析結果において, 時間の主効果は片側検定の有意傾向 (p

表4 ハスカップ茶と白湯飲用による脳波 α 波左右差係数値の変化

飲料	測定部位	F3-F4	p vs 飲用前値	C3-C4	p vs 飲用前値
HS 茶	飲用前値	-4.6±2.3		-9.9±3.1	
	飲用後 2-5 分値	-1.0±2.2	*	-6.1±3.2	*
白湯	飲用前値	1.2±5.0		-3.2±4.2	
	飲用後 2-5 分値	2.7±3.4	ns	-1.0±3.5	ns
P 飲料		$P=0.355$		$P=0.206$	
P 時間		$P=0.163$		$P=0.054$	
P 交互作用		$P=0.327$		$P=0.469$	

Mean±SEM ($n=13$) ; 1 例のデータが Smirnov 棄却検定によって除外された ;
 P , 反復測定二元配置分散分析 p 値 ; 多重比較補正 (Bonferroni 法), * $p<0.05$;
 ns, 有意差なし ; HS 茶飲用では片側検定を白湯飲用では両側検定を採用した (詳細は本文に記述) ; F3-F4, C3-C4, 国際 10-20 電極配置法による前頭部並びに中心部 ; HS 茶, ハスカップ茶.

=0.163) で交互作用が有意でないことから, 各飲料の飲用前後に多重比較を行った結果, HS 茶飲用の後値は前値に比べて高値 ($p<0.05$) であったが, 白湯飲用後に有意な変化は見られなかった (表 4).

考 察

本研究では, ハスカップ果実のジュース搾汁残渣を活用し, 生活の中で手軽に飲用できるハーブ茶として HS 茶を作製した. 創製した HS 茶の抽出液は鮮赤色を呈した. 本研究で提供を受けたハスカップ果実搾汁残渣 100 g 中には, 本果実アントシアニンの主要成分である赤色系色素シアニジン-3-グルコシドは 230.4 mg 含有されており, ハスカップ果実 100 g 中の 207.7 mg に匹敵する¹⁰⁾. 新規に創製した HS 茶のシアニジン-3-グルコシド含有量は, 乾燥重量 100 g 当たり 1170 mg であった. 生果実の水分含有量は約 85% と報告¹⁾ されているため, 果実の乾燥重量 100 g 当たりのシアニジン-3-グルコシド含有量は 1387 mg となり, HS 茶のシアニジン-3-グルコシド含有量は果実のおよそ 84% に相当する. また, ハスカップ果実搾汁残渣の水分量は, HS 茶作製過程の果汁搾汁残渣の凍結乾燥前後の秤量結果から平均 72% であったので, 乾燥重量 100 g 当たりのシアニジン-3-グルコシド含有量は 835 mg であり, HS 茶のシアニジン-3-グルコシド含有量は果実搾汁残渣のおよそ 1.4 倍になる. 従って, 充分量のアントシアニン (シアニジン-3-グルコシド) が HS 茶に含まれ, 鮮赤色を呈する HS 茶の色素となっていると考えられる. アントシアニンの機能性についての研究は多く, 活性酸素やフリーラジカルを除去する抗酸化性, 抗腫瘍作用等が報告されている³³⁾.

香り成分として検出されたりモネンや α -ピネンの効果として, 精神作業疲労からの回復促進効果が報告されている³⁴⁾. 柑橘系果実の芳香成分であるリモネンによる抗不安や気分改善効果が, 種々報告されている³⁵⁾.

官能評価の好ましさの度合いでは, 嗜好に影響を与える色の項目が最高得点となった (表 1). 対象女性の年代による差は見られず, 「やや好ましいからとても好ましい」という評価を全対象者の 79% から受けた (図 4). このように好感をもたれた HS 茶の色は, アントシアニン (シアニジン-3-グルコシド) による赤色と推察される. 同様に, HS 茶の飲みやすさについても年代による差は見られず, 全対象者の半数以上に当たる 58% から「飲みやすかった」という評価が得られ, 逆に「飲みにくかった」という評価は 9% に過ぎなかった (図 4). しかし, 少数ではあるものの 9% から「飲みにくかった」, 33% からは「どちらともいえない」という回答があり, 嗜好の個人差が表れた. これらの結果を総合して, 創製した HS 茶は年代を問わず, かなり多くの女性の嗜好に合致した飲料として受け入れられるものと考えられる.

感情評価質問紙 MCL-S.1 で評価したリラクセス感得点, 快感情得点は, HS 茶飲用によって得点が有意に高くなった (表 2). リラクセス感得点の高まりはリラクセスした感情状態の充進を示すのに対して, 快感情得点の充進はリフレッシュした感情状態の充進を示すことから, HS 茶はリラクセス感とリフレッシュ感を共に高めると推察される. 一方, 対照飲料の白湯の飲用によっても HS 茶飲用と同様に, リラクセス感得点, 快感情得点が充進した. 前頭部 (F3, F4 部位) と中心部 (C3, C4 部位) (図 2) の脳波 α 波パワー値において, HS 茶飲用による増加が認められた (表 3). 前頭部と中心部の本測定部位における α 波パワー値の増加は, 全身のリラクセスをもたらすことが明らかにされており²¹⁾²²⁾, リラクセス感得点の増加と対応し¹⁴⁾, ストレス軽減作用を発現すると考えられる. しかし, 白湯の飲用によっても同様の結果であった. HS 茶単回飲用によるリラクセス効果は, 白湯の単回飲用でみられた脳波 α 波パワー値並びにリラクセス感得点の増加と同様に, 湯温 55°C の白湯 150 ml を体内に飲用したことによる微小な体温上

昇を介した効果の可能性が推察される³⁶⁾。Labbe ら³⁷⁾ は、冷水の飲用 1 分後に脳波 α 波パワー値の増加を認めており、種々の要因でリラックス亢進の生じる可能性が示唆されている。HS 茶飲用による脳波左右差係数値の高まり(表 4) は、快感情得点の増加と対応し¹⁵⁾、リフレッシュ効果をもたらすと考えられる。対照飲料白湯の飲用では、左右差係数値の上昇は見られなかったのに対し、HS 茶飲用では、脳波 α 波左右差係数値が両 F3-F4, C3-C4 部位で増加した。この高まりは快感情得点と対応し、既報¹⁵⁾ と矛盾しない。HS 茶の香気成分として同定されたりモネンが含まれるレモン芳香の刺激後 2-3 分に脳血流の増加が報告されている³⁸⁾。脳血流の増加が脳波 α 波左右差係数値の増加の原因であるか否かは不明であるが、快適刺激で脳血流量が増加することが報告されている³⁹⁾。感情状態の測定は脳波測定 6-9 分後に行われている(図 3) ことから、脳波 α 波値の増加と快感情得点の増加には時間的な乖離があり、異なる誘因が働いているかもしれない。白湯の飲用後に、脳波 α 波左右差係数値は増加しないにも関わらず快感情得点が高まったことから、脳波 α 波値の影響以外に 55℃ の温かい湯温がもたらす影響の可能性も推察される(表 4)。一方、著者らは HS 茶飲用を毎夕食後に 3 週間継続した後に、HS 茶のリラックス効果が顕著になることを見だし報告している³²⁾ ことから、HS 茶は白湯とは異なるリラックスとリフレッシュ効果を有すると推察される。

上述したように、創製した HS 茶は、幅広い年齢層に受け入れられる可能性を持つ飲料であると考えられる。また、HS 茶の飲用は感情状態を良好にしてストレスを軽減するという可能性が、市販ハーブ茶の飲用効果を検討した既報^{12)~15)} に類似して示唆された。このように、著者らがジュース搾汁残渣から新たに作製した HS 茶は、心身の状態を良好に改善する効果が期待できることが明らかになった。この効果はストレスの多い現代社会^{11a)} において有用性の高いものと考えられる。

本研究における限界

本研究において創製した HS 茶飲用による感情状態と脳波測定によるストレス軽減効果の検討では、凍結乾燥したハスカップを 95℃ の熱湯で抽出した液体を 55℃ に冷まして HS 茶としたことから、対照飲料として同温・同量の白湯を用いた。HS 茶は白湯と異なり、甘い芳香・鮮赤色の茶色・酸味のある味覚刺激を有する。著者らの予備的先行研究において、両飲料ともに単回飲用でリラックス効果を示すことを確認したため、対照飲料としての白湯は問題の残る選択であった。しかし、芳香・色・味等が類似し、生体影響の小さい対照飲料を作製(選択)することは困難であり、本研究では白湯を対照飲料とした。HS 茶飲用は白湯とは異なる感情状態や脳波に対する効果をひき起こす可能性が先行研究³²⁾ において示唆されているが、HS 茶の効果を明示する上で白湯の選択は弱点になっている。また、

対照飲料とした白湯の単回飲用で対象者は自分の飲む飲料の種類が判り、プラセボ効果を除外することができない実験計画という弱点も有する。今後、本研究結果をさらに吟味していく課題が残されていると考える。

要 約

北海道を主産地とするハスカップ果実から加工されるジュース搾汁後の残渣は、生果実重量の 30% にも上る。残渣には果実と変わらない機能性成分が含まれているにも関わらず、多くが廃棄されている現状にある。そこで残渣の有効活用法として、HS 茶を新規作製し、成分分析と官能評価等を行い、飲料としての可能性を検討した。

HS 果汁搾汁残渣を凍結乾燥して作製した HS 茶(抽出液)は鮮赤色を呈する。HS 茶含有の赤色系色素アントシアニン(シアニジン-3-グルコシド)量は HPLC 法、芳香成分は GC-MS 法で分析した。HS 茶の官能評価は成人女性を対象に実施した。飲用による感情状態の変化を標準化質問紙法で測り、併せて脳波を測定して感情状態との対応を検討した。

シアニジン-3-グルコシドは、HS 茶乾燥重量 100 g 当たり約 1170 mg 含有され、果実や搾汁残渣の含有量に匹敵する量であった。香り成分としてリモネン等が検出された。官能評価で、対象者からは「色が好ましい」「飲みやすい」と評価された。また、HS 茶飲用によって脳波 α 波左右偏側性が高まり、リフレッシュ効果が示された。残渣の有効活用である新規作製 HS 茶は、ストレス軽減という機能性を持つ飲料としての可能性が示唆された。

本研究を行うに当たり、ハスカップジュース搾汁残渣をご提供いただいた(株)美唄農産物高度利用研究所、ご協力をいただいた研究対象者の皆様、並びに統計解析手法について適切なお助言を頂いた増地あゆみ先生、貴重なコメントを頂いた査読者の先生他、多数の方々にお世話になりました。記して深謝いたします。

文 献

- 1) 文部科学省科学技術・学術審議会資源調査分科会, 日本食品標準成分表 2010, (全国官報販売協同組合, 東京), pp. 120-121 (2010).
- 2) 田中常雄, ハスカップ, 「地域農産物の品質・機能性成分総覧」, 津志田藤二郎編, (サイエンスフォーラム社, 東京), pp. 433-435 (2000).
- 3) Terahara, N., Sakanashi, T. and Tsukui, A., Anthocyanins from the Berries of Haskap, *Lonicera caerulea* L., *J. Home Econ. Jpn.*, **44**, 197-201 (1993).
- 4) 松本 均, 中村裕子, 徳永隆久, 中石 仁, 福田千晶, 木下茂, VDT 作業時の調節機能低下へのカシスアントシアニン摂取の影響, *あたらしい眼科*, **23**, 129-133 (2006).
- 5) Duthie, S.J., Jenkinson, A.M., Crozier, A., Mullen, W., Pirie, L., Kyle, J., Yap, L.S., Christen, P. and Duthie, G.G., The effects of cranberry juice consumption on antioxidant status and

- biomarkers relating to heart disease and cancer in healthy human volunteers, *Eur. J. Nutr.*, **45**, 113-122 (2006).
- 6) Dohadwala, M.M., Holbrook, M., Hamburg, N.M., Shenouda, S. M., Chung, W. B., Titas, M., Kluge, M. A., Wang, N., Palmisano, J., Milbury, P.E., Blumberg, J. B. and Vita, J. A., Effects of cranberry juice consumption on vascular function in patients with coronary artery disease. *Am. J. Clin. Nutr.*, **93**, 934-940 (2011).
 - 7) Matsumoto, H., Takenami, E., Iwasaki-Kurashige, K., Osada, T., Katsumura, T. and Hamaoka, T., Effects of blackcurrant anthocyanin intake on peripheral muscle circulation during typing work in humans, *Eur. J. Appl. Physiol.*, **94**, 36-45 (2005).
 - 8) 梶本修身, 高橋 励, 高橋丈生, 冬虫夏草菌糸体エキスおよびアヤマラサキアントシアニン配合飲料の精神機能の向上に及ぼす効果について, 新薬と臨床, **49**, 21-30 (2000).
 - 9) 森久保桂子, 内田勝幸, 条章晃智, 角尾 肇, 田島多恵子, 永田 晟, 冬虫夏草菌糸体エキスおよびアヤマラサキアントシアニン配合飲料摂取による中高年健常人の精神状態(気分)に与える作用, 薬理と治療, **33**, 729-734 (2005).
 - 10) 美唄農産物高度利用研究所, ハスカップの抗酸化機能成分を利用した新規加工食品の開発, 平成 17 年~18 年報告書, 1-12 (2006).
 - 11) 野崎貞彦, 休養によるストレス解消と生活習慣病予防, 「栄養指導の実践に役立つ生活習慣病予防セミナー」, 月刊「食生活」編集部編, (フットワーク出版, 東京), pp. 128-132 (2004).
 - 12) 金澤康子, 森谷 契, 百々瀬いづみ, 勝野由美子, 山口敦子, 夕方摂取のカモミール茶によるストレス軽減効果の検討, 天使大学紀要, **9**, 21-32 (2009).
 - 13) 金澤康子, 森谷 契, 百々瀬いづみ, 古橋 卓, 大塚吉則, 午前中に摂取したカモミール茶およびペパーミント茶のストレス軽減効果の検討, 天使大学紀要, **10**, 23-34 (2010).
 - 14) 清水やよい, 森谷 契, 金澤康子, 百々瀬いづみ, 坂本恵, 関谷千尋, 青年女性においてカモミール茶並びにローズヒップ+ハイビスカス茶の1回摂取と4週間連続摂取がもたらすストレス軽減効果, *AROMA RESEARCH*, **12**, 64-68 (2011).
 - 15) 清水やよい, 森谷 契, 金澤康子, 百々瀬いづみ, 坂本恵, 関谷千尋, カモミール茶並びにローズヒップ+ハイビスカス茶の1回摂取と4週間連続摂取が感情と脳波左右偏側に与える影響, *AROMA RESEARCH*, **12**, 166-171 (2011).
 - 16) 佐々木成, 体内の水, からだと水の事典, 佐々木成, 石橋賢一編, (朝倉書店, 東京), pp. 7-8 (2008).
 - 17) Graham, H.N., Green tea composition, consumption, and polyphenol chemistry, *Prev. Med.*, **21**, 334-350 (1992).
 - 18) Kang, T.H., Hur, J.Y., Kim, H.B., Ryu, J.H. and Kim, S.Y., Neuroprotective effects of the cyaniding-3-O-beta-d-glucopyranoside isolated from mulberry fruit against cerebral ischemia, *Neurosci. Lett.*, **391**, 122-126 (2006).
 - 19) Serraino, I., Dugo, L., Dugo, P., Mondello, L., Mazzon, E., Dugo, G., Caputi, A.P. and Cuzzocrea, S., Protective effects of cyanidin-3-O-glucoside from blackberry extract against peroxynitrite-induced endothelial dysfunction and vascular failure, *Life Sci.*, **73**, 1097-1114 (2003).
 - 20) 橋本公雄, 徳永幹雄, 運動中の感情状態を測定する尺度(短縮版)作成の試み—MCL-S1 尺度の信頼性と妥当性—, 健康科学, **18**, 109-114 (1996).
 - 21) Banquest, J.P., Spectral analysis of the EEG in meditation, *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol.*, **35**, 143-151 (1973).
 - 22) Batty, M.J., Bonnington, S., Tang, B.K., Hawken, M.B. and Gruzelier, J.H., Relaxation strategies and enhancement of hypnotic susceptibility, EEG neurofeedback, progressive muscle relaxation and self-hypnosis, *Brain Res. Bull.*, **71**, 83-90 (2006).
 - 23) 三谷有子, 佐久間春夫, 福永幹彦, 中井吉英, ヘルスプロモーションにおける Walking のあり方について—自己爽快ベースによる検討—, 心身医学, **44**, 596-602 (2004).
 - 24) 古谷野豆, 測定値の水準による分析方法の制約, 「保健・医療・看護調査ハンドブック」, 東京大学医学部保健社会学教室編, (東京大学出版会, 東京), p. 56 (1998).
 - 25) 竹原卓真, SPSS のスズメ 1-2 要因の分散分析をすべてカバー—, (北大路書房, 京都), pp. 95-182 (2007).
 - 26) 森 敏昭, 吉田寿夫, 心理学のためのデータ解析テクニカルブック, (北大路書房, 京都), pp. 85-175 (2006).
 - 27) 浜田知久馬, 新版学会・論文発表のための統計学—統計パッケージを誤用しないために—, (真興交易医書出版部, 東京), pp. 107-135 (2012).
 - 28) 対馬栄輝, SPSS で学ぶ医療系データ解析, (東京図書, 東京), pp. 147-194 (2010).
 - 29) 市原清志, バイオサイエンスの統計学—正しく活用するための実践理論—, (南江堂, 東京), pp. 284-367 (1995).
 - 30) 出村慎一, 健康・スポーツ科学のための研究方法—研究計画の立て方とデータ処理方法—, (杏林書院, 東京), pp. 121-122 (2007).
 - 31) 繁桝算男, 大森拓哉, 橋本貴充, 心理統計学—データ解析の基礎を学ぶ—, (培風館, 東京), pp. 77-87 (2008).
 - 32) 坂本 恵, 清水やよい, 金澤康子, 森谷 契, ハスカップ茶飲用によるストレス軽減効果と自覚的睡眠感改善の検討, バイオフィードバック研究, **39**, 11-22 (2012).
 - 33) 青木宏光, アントシアニン色素, 「色から見た食品のサイエンス」, 高宮和彦, 大澤俊彦, ギュエン・ヴァン・チュエン, 篠原和毅, 寺尾純二編, (サイエンスフォーラム, 東京), pp. 96-103 (2004).
 - 34) 倉恒弘彦, 田島世貴, 大川尚子, 藤原和美, 池上 徹, 廣澤巖夫, 三戸秀樹, 宋清芳美, 局 博一, 倉恒大輔, 笹部哲也, 山口浩二, 大平辰朗, 塩見格一, 小泉淳一, 精神作業疲労に対する森林浴の疲労回復効果, 日本疲労学会誌, **5**, 35-41 (2010).
 - 35) Lehrner, J., Marwinski, G., Lehr, S., Jöhren, P. and Deecke, L., Ambient odors of orange and lavender reduce anxiety and improve mood in a dental office, *Physiology & Behavior*, **86**, 92-95 (2005).
 - 36) 森谷 契, バイオフィードバックシステムを利用したリラクゼーション訓練の心身機能に及ぼす影響, 北海道大学教育学部紀要, **52**, 51-67 (1989).
 - 37) Labbe, D., Martin, N., LeCoutre, J. and Hudry, J., Impact of refreshing perception on mood, cognitive performance and brain oscillations: An exploratory study, *Food Quality and Preference*, **22**, 92-100 (2011).
 - 38) 稲垣照美, 遠藤諒太, 自然の芳香と人の感性に関する基礎的研究, *AROMA RESEARCH*, **12**, 46-53 (2011).
 - 39) Paradiso, S., Johnson, D.L., Andreasen, N.C., O'Leary, D.S., Watkins, G.L., Ponto, L.L. and Hichwa, R.D., Cerebral blood flow changes associated with attribution of emotional valence to pleasant, unpleasant, and neutral visual stimuli in a PET study of normal subjects. *Am. J. Psychiatry.*, **156**, 1618-1629 (1999).

引用 URL

- i) <http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/eiyoku09/dl/01-kekka.pdf> (2011. 12. 27).
 - ii) <http://www.mhlw.go.jp/seisaku/2010/07/03.html> (2011. 12. 27).
- (平成 24 年 1 月 6 日受付, 平成 24 年 6 月 22 日受理)