

# 琥珀を入浴剤として用いた時の生体に及ぼす生理作用

渡邊 康子 (岩手大学工学部福祉システム工学科助手)  
蘭田 徹太郎 (久慈琥珀株式会社製造部長)  
古川 紀之 (久慈琥珀株式会社研究員)  
船越 うらら (岩手大学工学部福祉システム工学科)  
一ノ瀬 充行 (岩手大学工学部福祉システム工学科教授)

キーワード：琥珀入浴剤 足浴 湯の花 脳波 感性評価

## 要 旨

琥珀を入浴剤として用いた時に生体にどのような生理学的効果をおよぼすかを、脳波と自律神経機能の変化を指標として検討した。被験者に琥珀入りの温湯で足浴してもらい、その際に認められる変化を記録・解析した。琥珀を入浴剤として用いた場合、足浴による $\alpha$ 波振幅の増加が琥珀無添加時よりも大きかった。この $\alpha$ 波の変化は温泉入浴剤の「湯の花」とは異なり、入浴後早い段階から認められた。また自律神経系機能の指標となる呼吸間隔が、琥珀によって長くなった。さらに、琥珀により副交感神経系の指標となる心臓拍動ゆらぎのHF成分が亢進していた。以上のことから、入浴剤としての琥珀には、足浴が本来持つ神経活動レベルの安定状態（リラックス）をさらに促進する作用があるものと考えられる。また、副交感神経系を亢進させ、身体を休める作用は「湯の花」よりも大きいと考えられる。琥珀の持つこのような生体への効能を、新たな製品開発に生かしていくことは、三陸地域の振興に大きく貢献すると考えられる。

## 1 はじめに

琥珀は、本邦では岩手県久慈市のみで商業用に産出される宝石の一種で、太古の樹脂が約八千万年の時を経てできた化石である。古代から装飾品やお守りとして愛用されてきた琥珀は、その一方で外用薬・内服薬としても東ヨーロッパを中心に利用されてきた<sup>1)2)</sup>。琥珀は種々の有機物質を含有する物質である<sup>3)</sup>。我々は、琥珀を御香として用いた時や琥珀入り御香を用いた時において、御香の成分を吸引することによるリフレッシュ効果ならびにリラククス効果を持つことを報告してきた<sup>3)4)</sup>。東ヨーロッパでは民間医療法として、甲状腺機能障害や肝・心疾患等に用いられる万能薬(患部皮膚に接着させる)と考えられ、琥珀は利用されてきた<sup>5)</sup>。アロマセラピーで用いられるエッセンシャルオイルの含有成分の有機物質は、経皮的な経路からも体内へ取り込まれる<sup>6)</sup>。これらのことから、琥珀は気化して吸入させるだけでなく、体表からの経皮的刺激によっても人体への精神的・身体的な効果を持つことが期待できる。

足浴は、足の汚れを落とすためといった清浄の目的の他、足を湯水に浸すことによる適度の温度刺激や水の物理的刺激を与えることによって疲労解消、老廃物の排除やリラククスゼーションを計る為に利用されており、生理学的にその重要性、有効性の検証が必要とされている<sup>6)-9)</sup>。足浴においては、水と温湯との交互浴や、エッセンシャルオイルなどの入浴剤の添加作用について、これまでいくつかの報告がなされている<sup>7)-9)</sup>。また、岩手県久慈市の久慈琥珀株式会社では、世界初の琥珀粉末入り入浴剤を作成した。

本研究では、琥珀を入浴剤として用いた体表から刺激を与えた場合に、生体にどのような生理効果が現れるのかについて、脳波および自律神経系機能を指標として検討した。入浴剤にはハーブや温泉の素など様々な種類があるが、岩手県の地域活性化を踏まえ、県内の温泉の素である「湯の花」を比較対照として用いた。

## 2 材料及び方法

本実験では、予め実験の目的と手順を説明し、実験への同意を得た健常男性N.F. (30代、右利き)と健常女性T.Y. (20代、左利き)の2人に被験者となってもらった。足浴刺激のため、容量50ℓのステンレスタンクに深さ38cm前後になるよう湯を張り、被験者の下腿の約3分の2が湯に浸かるようにした。また、湯温を平均40°C (39.5~40.5°C)に保つため、ステンレスタンクをアルコールランプで下から温めた。被験者は脳波測定用の椅子に座ってもらい、足浴開始の合図の後に、足元に置いたステンレスタンクに足を入れて足浴してもらった。琥珀入浴剤として、粉末状の久慈産琥珀(久慈琥珀に依頼して製造)を使用した。被験者には、①対照(白湯)、②粉末状琥珀(50mg)入り、さらにポジティブコントロールとして③岩手県網張温泉の「湯の花」(500mg)入りの3条件のいずれかで足浴刺激を行った。琥珀の粉末と湯の花は、湯に均一に混ざるように、予め超音波洗浄器で分散させた。

脳波測定のため、被験者を脳波測定専用の椅子に座らせ、国際脳波学会による標準10-10電極配置法に基づき、皿型電極を接触皮膚抵抗が20kΩ以下になるように、頭皮上の25か所(両耳朶を含む)に装着した。図1に各電極装着位置を模式的に示した。さらに脳波に混入する眼球運動を除去する目的で、眼球運動を記録するための電極を、右眼窩外側縁の1cm外側上部と左眼窩外側縁の1cm外側下部の2箇所装着した。脳波測定記録にはEEG-1100(日本光電、東京)を用いた。電極装着完了後5分間以上被験者を安静にした後、脳波記録を開始した。まず安静無刺激状態で5分間、その後合図の後に膝下を温湯に入れてもらい、足浴刺激時を20分間、合計25分間の連続脳波記録を行った。視覚刺激が入ることを防ぐため、計測中は被験者に閉眼でいてもらった。一連の実験は一日一回のみとし、最低一日の間隔を開けて実施し、被験者には刺激条件を知らせずに各条件4回ずつ

行った。

記録した脳波は、FOCUS/QP-211A（日本光電）を用いて解析を行った。脳波記録は30秒間隔で区切り、サンプリング周波数500Hzで平均化FFT（2048point, 4.1秒間のFFTによる7.3回の平均化）を行い、 $\delta$ 帯域（1.6～4Hz）、 $\theta$ 帯域（4～8Hz）、 $\alpha$ 帯域（8～13Hz）、 $\beta$ 帯域（13～30Hz）、 $\gamma$ 帯域（30～50Hz）の5つの周波数帯域に分け、振幅強度の時間経過を解析した。

また、呼吸リズムを計測するためにサーミスタピックアップを鼻孔に取り付け、呼気と吸気の温度変化を測定した。心電図は、心電図用電極を両手首内側に取り付け、双極第I誘導法により導出した。呼吸および心電図は、脳波計入力箱に直接入力してデータ保存し、その後基礎医学研究用システムLEG-1000（日本光電）と解析ソフトQP-110H EXEC POLYGRAPH（日本光電）で解析を行い、吸気-吸気の間隔（呼吸間隔）と心電

図R-R区間の間隔（心臓拍動間隔）を求めた。また、R-R間隔ゆらぎのパワースペクトル解析にはMemCalc/Makin2（ジー・エム・エス、東京）を用い、ゆらぎを低周波数成分LF：0.04～0.15Hzと高周波数成分HF：0.15～0.4Hzに分け、LF/HFパワー比を求めた。さらに、レーザー・ドップラー血流測定法により、前額中央部の組織血流量（FLOW）、血液量（MASS）、血流速度（VELOCITY）をALF21D（アドバンス、東京）を用いて測定し、LEG-1000に記録保存した。オフラインにて解析ソフトを用い、組織血流量、血液量、血流速度を1分間間隔で25区間に区切り、各区間の平均値を求めた。

さらに、これらの解析結果と実際に感じた心理的な変化とを比較検討するため、毎実験終了後、被験者に実験中の感想および体調等について聞き取り調査を行った。

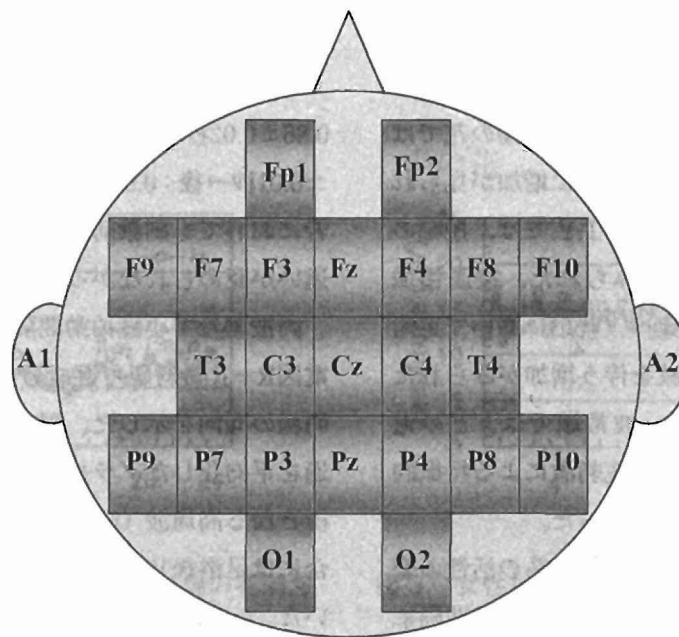


図1 各電極の装着位置

真上から見た頭部に対しての各電極の位置を示す。

### 3 解析結果

本研究では、二名の被験者を用いた。しかし、安静時における脳波パターンは両者で異なり、足浴刺激に対する脳波の応答にも違いが認められた。したがって、二人の被験者から得られた結果については、別々に解析・検討する必要があると判断した。

$\delta$ 波帯域では、足浴開始の際に一旦振幅が減少し、その後上下しながら大きくなっていった(図なし)。これは、いずれの試行においても足浴開始の合図によって覚醒するためと考えられる。被験者N.F.では、対照と琥珀の差は少なかったが、湯の花では最大値がやや大きかった。被験者T.Y.では、対照に比べ、琥珀では足浴開始後の増加が早く、湯の花では緩やかに増加していく傾向があった。

$\alpha$ 波帯域では、どちらの被験者も共通して、足浴による振幅の増加が認められた(図2、3)。しかし、被験者により増加の様子には大きな違いがみられた。被験者N.F.では、足浴開始後振幅が増加する傾向があった(図2)。これは特に、後側頭領域(P7・P8・P9・P10)で大きく、左右差がみられた。3つの条件の中で、琥珀での最大値が一番大きく、その持続時間も長かった。また湯の花では、足浴開始後の増加は短い、後半に増加が見られる傾向があった。一方、被験者T.Y.では、振幅の増減を伴う緩やかな増加がみられた。後頭領域(O1・O2)では、対照と比べ、琥珀において足浴開始15分後に、振幅の増減を伴う増加がみられた(図3)。一方、 $\theta$ ・ $\beta$ ・ $\gamma$ 波帯域では、どの電極位置においても琥珀、湯の花刺激による特徴的な振幅強度の変化はみられなかった。

次に、琥珀入浴剤による自律神経系の活性の変化について検討するため、足浴刺激が呼吸間隔におよぼす効果を調べた。それぞれの被験者において、4回の試行について刺激前後の呼吸間隔の平均値と標準誤差を求めた。被験者T.Y.では、足浴刺激により、呼吸間隔が大きくなった。呼吸間隔

平均( $n=4$ )を図4に示す。琥珀入浴剤の足浴刺激により8%( $4.06 \pm 0.03$ 秒 $\rightarrow 4.40 \pm 0.03$ 秒)、湯の花で2.5%( $4.05 \pm 0.02$ 秒 $\rightarrow 4.15 \pm 0.02$ 秒)の有意の増加が認められた。また白湯足浴( $3.95 \pm 0.01$ 秒)に比べて、琥珀入り足浴時( $4.40 \pm 0.03$ 秒)には11%、湯の花入り足浴時( $4.15 \pm 0.02$ 秒)において5%の有意の増加が認められた。このように琥珀は対照と比べ、平均の呼吸間隔が長くなり、足浴時の呼吸間隔ゆらぎも大きくなった。湯の花も類似の傾向がみられたが、琥珀よりも変化が小さかった。このことは、琥珀の作用によって、通常の足浴時よりも副交感神経が亢進していることを示す。一方、被験者N.F.では、安静時における呼吸間隔が各試行でバラついたため、琥珀や湯の花刺激による効果を確認することが出来なかった。

また心臓拍動間隔でも、呼吸間隔と同様に入浴刺激開始前後の平均値と標準誤差を求め、その値から刺激前後の変化率を算出した。被験者N.F.では、白湯で刺激前： $1.09 \pm 0.02$ 秒 $\rightarrow$ 刺激後： $1.13 \pm 0.01$ 秒、湯の花では前： $1.15 \pm 0.02$ 秒 $\rightarrow$ 後： $1.16 \pm 0.01$ 秒、琥珀では前： $1.11 \pm 0.03$ 秒 $\rightarrow$ 後： $1.11 \pm 0.02$ 秒であった。また、被験者T.Y.では、刺激前： $0.81 \pm 0.05$ 秒 $\rightarrow$ 刺激後： $0.82 \pm 0.04$ 秒、湯の花では前： $0.86 \pm 0.02$ 秒 $\rightarrow$ 後： $0.85 \pm 0.02$ 秒、琥珀では前： $0.93 \pm 0.01$ 秒 $\rightarrow$ 後： $0.90 \pm 0.01$ 秒であり、どちらの被験者においても刺激前後で心臓拍動間隔には有意な違いが認められなかった。

両被験者で心臓拍動間隔は異なっていたが、心電図R-R間隔ゆらぎ成分は、どちらの被験者も同様の傾向を示した。図5は、両被験者の時間経過を平均化したグラフである。副交感神経系の指標となる高周波(HF)成分では、琥珀入浴剤の場合には足浴後10分の時点で足浴前よりも増加していた。一方、交感神経系の指標となるLF/HF成分比は、琥珀刺激によって足浴前よりも入浴後15分まで減少し、足浴終了時には元のレベルへ戻っていた。しかし湯の花では、足浴開始から10分後以降、足浴終了時まで増加し続けていた。

さらに、レーザー・ドップラー血流測定法により、前額中央部の組織血流量、血液量、血流速度に対する琥珀入浴剤の効果を解析した。白湯や琥珀入りと比べ、湯の花で組織血流量平均、血液量平均、血流速度平均の全てが増加する傾向があったものの、これらの中に有意な差は認められなかった。

またどちらの被験者からも、実験後には「琥珀では湯が柔らかく、サラサラ感がある」、「湯の花では同じ温度の湯でもいつもより温かく感じ、しっとり感がある」という感想が報告された。

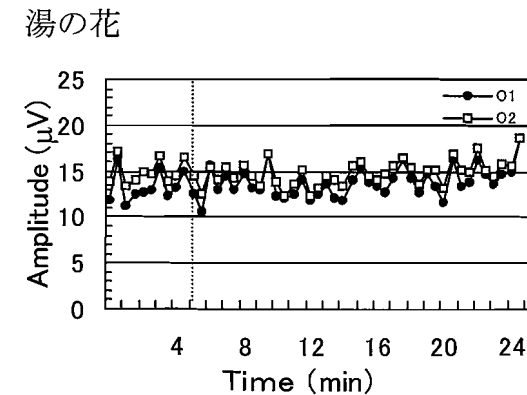
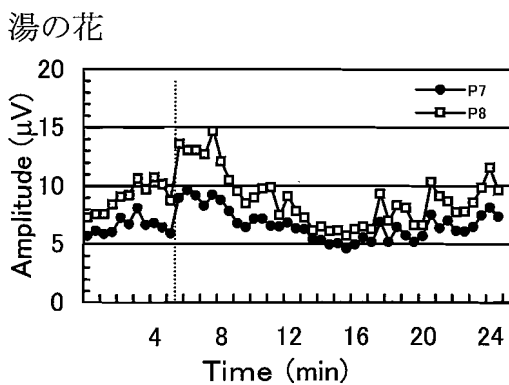
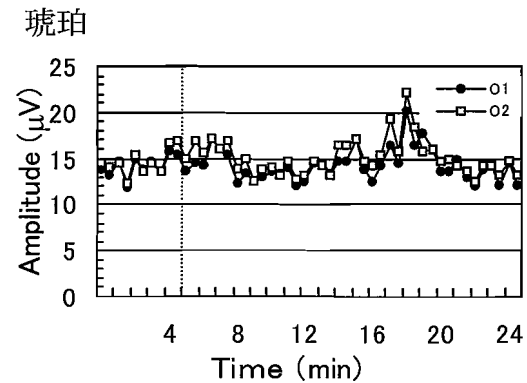
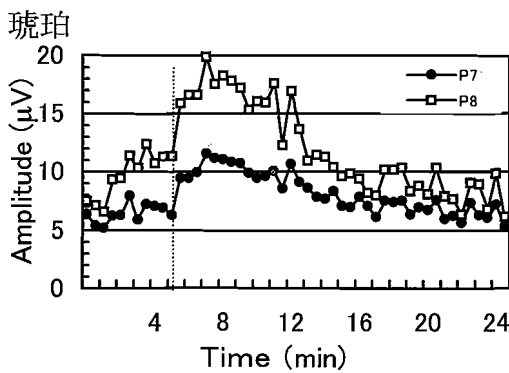
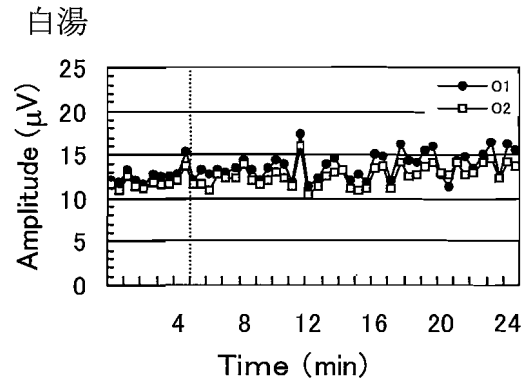
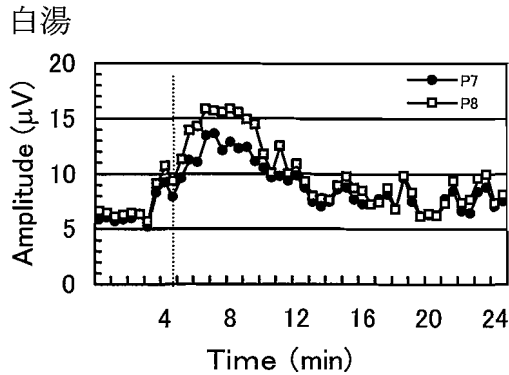


図2 男性被験者(N.F.)の琥珀および湯の花刺激による $\alpha$ 波帯域振幅強度の推移

男性被験者における30秒ごとの $\alpha$ 波帯域振幅強度の時間経過を示す。各点は、4回の試行の平均値に基づく。グラフ内の縦破線は入浴刺激開始時点を示す。足浴開始後に振幅が増加し、左右差がみられた。琥珀での最大値が一番大きく、その持続時間も長かった。

図3 女性被験者(T.Y.)の琥珀および湯の花刺激による $\alpha$ 波帯域振幅強度の推移

女性被験者における30秒ごとの $\alpha$ 波帯域振幅強度の時間経過を示す。各点は、4回の試行の平均値に基づく。琥珀刺激で、足浴開始15分後に振幅の増減を伴う増加がみられた。

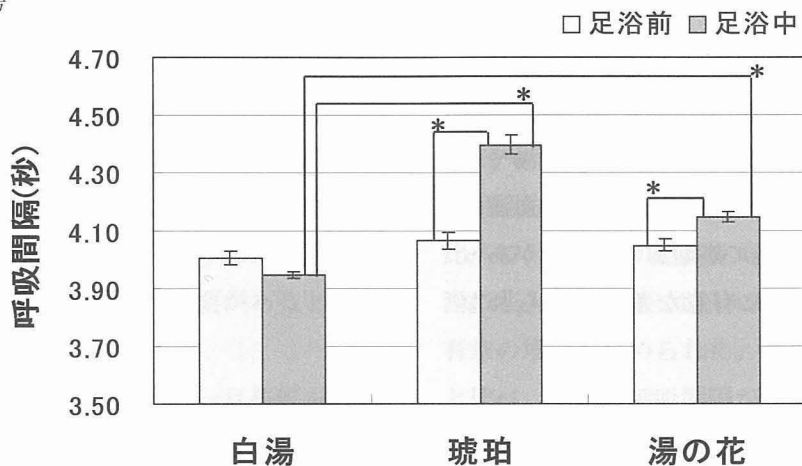


図4 女性被験者の琥珀および湯の花刺激による呼吸間隔の変動

女性被験者の4回の試行について、足浴前後の呼吸間隔の平均を算出し、比較したグラフである。琥珀の足浴刺激により8%、湯の花で2.5%の有意の増加が認められた。また白湯足浴に比べて、琥珀入り足浴時、湯の花入り足浴時両者ともに優位に増加した。

\* :  $p < 0.01$

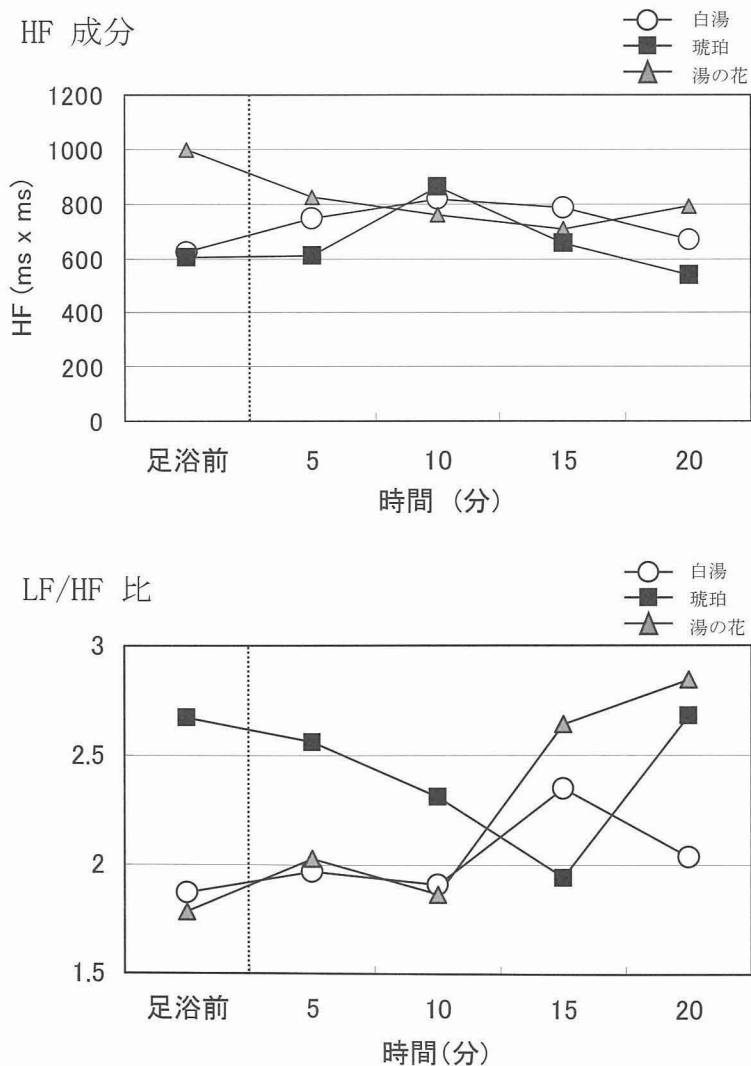


図5 琥珀および湯の花刺激による心臓拍動ゆらぎパワースペクトル成分の変動

両被験者の計8回の試行について、足浴前後の各成分の平均を算出し、比較したグラフである。琥珀刺激により、高周波(HF)成分は足浴前よりも増加したのに対し、LF/HF成分比は入浴後15分までに減少する傾向があった。湯の花では足浴後10分以降からLF/HF成分比が増加していた。

#### 4 考 察

各実験で得られた脳波は、それぞれ時系列による解析を行い、得られたデータの平均を取って評価・検討を行った。二人の被験者の脳波時系列解析データから、足浴によって $\delta$ 帯域が増加することから、入浴剤の有無に関係なく、足浴自体に傾眠を誘発する効果があると考えられる。

脳波中の $\alpha$ 波の変化に特に注目した場合、どちらの被験者も共通して、足浴による振幅の増加が認められた。匂いの研究では、鎮静作用を持つと言われるラベンダーの刺激により、後頭領域での $\alpha$ 波が増大したことが報告されている<sup>10)</sup>。また、桂皮の成分が溶けた噴霧による刺激でも、後頭領域における $\alpha$ 波の増大が認められている<sup>11)</sup>。我々が以前行った琥珀御香の実験でも、炷香中に後頭領域において $\alpha$ 波が増大していた<sup>3)4)</sup>。したがって、快適性や「気持ち良い」という心理状態に関して、入浴剤としての琥珀は鎮静効果を持つ精油や御香と類似の生理作用を持つと考えられる。また、対照や琥珀では足浴開始から $\alpha$ 波帯域に大きな変化が現れるのに対し、湯の花は後半に変化が現れていたことから、琥珀の効果は即効性が、湯の花の効果は持続性があるのではないかと考えられる。

呼吸間隔平均では、琥珀は白湯や湯の花よりも増加しており、ゆっくりとした呼吸となっていることが分かった。さらに心臓拍動のゆらぎ解析では、副交感神経系の指標となるHF成分比が琥珀刺激によって入浴前よりも一過性に増加していた。また交感神経系の指標となるLF/HF成分は琥珀刺激では入浴前よりも減少していたのに対し、湯の花では足浴の10分後から徐々に増加していた。これは、琥珀による自律神経系の活性におよぼす変化が湯の花とは異なるものであることを示している。このような自律神経系の活性の変化から、入浴剤としての琥珀には、湯の花以上に副交感神経系を亢進させ、身体を休める作用（鎮静作用）があるものと考えられる。

実験後の聞き取り調査で、どちらの被験者から

も、「足浴後、琥珀では、湯が柔らかく、サラサラ感があり、湯の花では同じ温度の湯でもいつもより温かく感じ、しっとり感がある」という感想が得られた。したがって、脳波や自律神経系機能など本実験の種々の指標から得られた解析結果は、入浴剤としての琥珀が主観的效果と一致しており、琥珀には疲労回復効果やストレス回避・鎮静効果を十分に期待できるものと考えられる。

足浴は、疲労解消、老廃物の排除やリラクゼーションを計る為に利用されている<sup>6)</sup>。本研究により、琥珀は足浴の効果をさらに高める作用を持ち、有用な入浴剤となり得ることが明らかとなった。しかし、実験時の被験者の体調や気象等の環境因子による効果の相違も認められた。老若男女全ての人に共通の生理作用を見出すためには、さらに被験者の数を増やして検討する必要がある。また、これらの効果が、琥珀のどの含有成分に由来するものなのかは不明である。琥珀は赤外線吸収分析や、質量分析法等により含有元素および官能基の分析、含有化合物の分類が行われているが、全ての元素または分子の同定には至っていない。本研究で用いた久慈産の琥珀は、絶滅種であるナンヨウスギ類樹木の樹脂が化石化したものであり、コハク酸や現存の松脂にも多量に含まれるアビエチン酸等の樹脂酸が主成分の非晶質性有機化合物である<sup>11)2)</sup>。また、赤褐色や褐色の色彩の強い久慈産琥珀は、流通量が世界最多のバルト海産琥珀よりも硫黄含有量が多いという特徴を持つ<sup>11)2)</sup>。網張り温泉の湯の花にも、この硫黄が非常に多く含まれている。本研究で得られた琥珀の効果には、琥珀に含まれる硫黄が重要な役割を果たしている可能性がある。したがって、久慈産琥珀が持つ生理機能への作用を他産地の琥珀と比較検討し、各成分の生理作用とそれらの複合作用を明らかにすることは、硫黄含有量が多い久慈産の琥珀にさらなる付加価値を付けられると考えられる。

琥珀はこれまで主として宝飾品として利用されてきた。しかし本研究により、琥珀は外用薬とし

ても精神的・身体的に有効であることが示唆された。琥珀が持つこのような人体への効能は、これまで加工段階で大量に生じ、商品として利用出来なかった未利用琥珀を用いた新たな製品開発に繋がるものと期待できる。本邦において、久慈市のみでしか産出されない琥珀が有効利用され、その価値が広く世間に認められることにより、岩手県三陸地域の振興にも多大な貢献を果たすと考えられる。

#### 引用文献

- (1) B.I.スレプロドリスクー：こはく・その魅力の秘密；新読書社，東京（2001）
- (2) 田村栄一郎：琥珀誌，くんのこほっぼ愛好会，久慈（1999）
- (3) 渡邊康子，藺田徹太郎，菊池香織，一ノ瀬充行：三陸総合研究，24，1-11（2004）
- (4) 渡邊康子，古川紀之，藤田彰徳，一ノ瀬充行，渋谷達明：AROMA RESEARCH，5(4)，357-363（2004）
- (5) Poet T. S. and McDougal J. N.：Chemico-Biol. Interact.，140，19-34（2002）
- (6) 大塚吉則：温泉療法，南山堂，東京（1999）
- (7) Saeki Y.：Int. J. Aromatherapy，10(1-2)，57-61（2000）
- (8) 森谷潔：AROMA RESEARCH，1(4)，62-69（2000）
- (9) 鈴木初子，田中道子，竹谷英子：日本看護研究学会雑誌，15（2），88（1992）
- (10) 古賀良彦：AROMA RESEARCH，1（1），66-69（2000）
- (11) 和田昌士：AROMA RESEARCH，1（3），86-91（2000）
- (12) Bajgrowicz J. A. and Frank I.：Asymmetry，12(14)，2049-2057（2001）

#### プロフィール

岩手大学工学部

助手 渡邊 康子（わたなべ やすこ）

略歴

岐阜大学大学院連合獣医学研究科博士課程修了

その後北海道大学先端科学技術共同研究センター非常勤研究員、(独) 農業生物資源研究所非常勤研究員を経て現在に至る。

日本生理学会、日本獣医学会等の会員

株式会社 久慈琥珀

製造部長 藺田 徹太郎（そのだ てつたろう）

1987年株式会社久慈琥珀に入社。

1999年から現在に至る。

琥珀の宝飾品以外の有効利用を考え、新商品の開発に挑む。

岩手大学工学部

教授 一ノ瀬 充行（いちのせ みつゆき）

略歴

筑波大学卒業

その後島根医科大学医学部を経て現在に至る。

理学博士

日本生理学会、日本人間工学会の会員