



Title	人工海水温浴における塩類濃度が脳波に与える影響
Author(s)	渡部 (宮島), 成江; 水野 (松本), 徳子; 清水, 富弘; 森谷, 潔; 小田, 史郎; 阿岸, 祐幸
Citation	北海道大学大学院教育学研究科紀要, 88, 111-119
Issue Date	2003-02
DOI	10.14943/b.edu.88.111
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/28878
Type	bulletin (article)
File Information	88_P111-119.pdf



[Instructions for use](#)

人工海水温浴における塩類濃度が 脳波に与える影響

渡部(宮島)成江*1・水野(松本)徳子*2・清水 富 弘*3・
森 谷 繁*4・小 田 史 郎*5・阿 岸 祐 幸*6

The Influence of Salt Concentrations in Sea Water on EEG during
and after Bathing

Masae WATANABE (MIYAJIMA), Tokuko MIZUNO (MATSUMOTO),
Tomihiko SHIMIZU, Kiyoshi MORIYA, Shiro ODA and Yuko AGISHI

【要旨】人工海水温浴における塩類濃度が脳波にどのような影響を与えるかを調べるために、20代の男性被験者6名において、淡水(0%)、1%、3.5%、7%人工海水の4条件で、38.5℃、15分の温浴による変化を検討した。脳波電極を頭皮上のFz, Cz, Pz, Ozに装着し、入浴前安静5分、入浴15分、出浴後安静30分をとった。脳波の解析は断続的に1分毎に行い、合計パワー値を100%として δ 、 θ 、 α_1 、 α_2 、 β 帯域の帯域構成比(パワー%)の変化を求めた。

その結果、入浴中は、4群とも入浴中に θ 帯域で顕著な減少と α_2 帯域の有意な増加が認められた。さらに7%群では α_1 帯域が有意に減少し、 δ 及び β 帯域が増加した。出浴後は、4群とも α_2 帯域の増加が続き、 α_1 帯域は海水3条件で有意に低下した。以上より、海水3条件では休息よりも集中や創造に適したリラックス状態であったことが推測され、7%海水になると入浴中の緊張をもたらす可能性が示唆された。

【キーワード】入浴、トラソテラピー、塩類濃度、脳波、リラックス

緒 言

海水を治療や健康増進に利用したのは、はるか紀元前にさかのぼり、アリストテレスは「海水の最良の処方温めたのち温浴することである」とし、海水温浴が有効であることを述べたとされている(ルノーディ, 1997a)。

トラソテラピー(海洋療法)は、海洋物質とその土地の気候を保養や健康増進、医療に役立てるものであり、イスラエルの死海近郊を始め、フランスやロシア、ドイツなどの欧州諸国で

*1 札幌市立高等専門学校保健体育講師
*2 デンマーク・リーベ県立エスベヤグ中央病院臨床生理学研究部研究員
*3 上越教育大学生生活健康系助教授
*4 北海道大学大学院教育学研究科健康スポーツ科学講座教授
*5 浅井学園大学生涯学習システム学部健康プランニング学科講師
*6 北海道大学医学部名誉教授

も、センターをつくって臨床的にも応用され (Even-Paz and Efron, 1996; ルノーディ, 1997 b), リウマチ等の関節疾患, 乾癬, 神経疾患, 緊張緩和・疲労回復等に用いられている (Sukenik, 1996; Even-Paz, 1996; デレディック, 1991)。その処方として, 海水プールの利用やバスタブでの海水温浴も行われている。

日本は四方を海に囲まれた環境にあり, 近年, 人工海水や海洋深層水の温浴効果の検討がなされてきている。人工海水温浴の生理的影響は, 標準的な海水成分比で人工塩類を淡水に溶かした温浴で検討がなされ, 高塩類濃度程, 体温を高く保つ作用があることが報告されている (清水ほか, 1995; 清水ほか, 1998)。同様に堀切ら (2000) は, 高濃度塩類泉温浴において深部体温の大きな上昇を報告している。さらに, 海洋深層水と海洋表層水, 淡水の温浴効果の研究も報告され, 深層水, 表層水, 淡水の順で体温を上昇させる温浴効果が高いことが示された。一方, 心拍数や自律神経機能を表す心拍変動周波数解析の結果には差が見られなかったことが報告された (鏡森ほか, 2002)。

我々は, 海水温浴の塩類濃度 (1%, 3.5%, 7%) が自律神経機能に与える影響についての検討を行った。その結果, 副交感神経機能を反映するとされている心電図 R-R 間隔変動係数 (CV_{R-R}) (平田と片山, 1992) において, 3条件の海水温浴中に低下を示し, 更に出浴後は7%のみ低下が見られた。心拍数においては7%海水温浴条件のみ出浴後も入浴前に比べて高い値を示したことから, 濃度高い7%の人工海水温浴は, 顕著に自律神経機能を変調させる可能性があることを報告した (宮島ほか, 2000)。しかし, 人工海水温浴の脳波に与える影響は未だ報告されていない。

本研究では, 海洋療法と保養・健康増進に関する基礎資料を得ることを目的に, 人工海水温浴における種々の濃度の塩類の影響を脳波基礎律動の変動から検討した。

方 法

被験者は20代の健康な男性6名で, 年齢, 身長, 体重の平均値 (±標準誤差) は, 23.8±0.7 (歳), 169.8±2.5 (cm), 61.3±3.1 (kg) であった。

実験は8月に行われ, 日内変動を考慮して, 全ての被験者に対し, 4日間連続で7-13時の間の同時刻に, 4種の温浴条件での実験をスタートした。実験は人工気候室 (タバイエスペック社製, TBR-4A2YPLM) 内に簡易浴槽 (INAX 社製, YBA-1402MBL) を設置し, 室温30℃・湿度50%に設定して行った。温浴条件は, 水道水による淡水, 低濃度としての1%人工海水, 標準的な海水濃度としての3.5%人工海水, 高濃度としての7%人工海水であった。人工海水は, 淡水の湯150Lに粉末状海水塩類「マリンリラクセス」 (富田製薬社製) を溶かして各濃度に調整した。本研究に用いた粉末状海水塩類の成分は, 世界標準海水 (ナトリウム1.05%, カリウム0.038%, マグネシウム0.13%, 塩素1.9%, 硫酸塩0.27%) と一致している (志村, 1996)。各人工海水の濃度は, 以上の成分比に基づいて設定された。被験者には各実験日の温浴条件は知らされず, 順序による影響を考慮して, 半数の被験者には淡水, 1%, 3.5%, 7%人工海水温浴条件の順で, 半数の被験者にはその逆の順で実験を行った。入浴開始時の湯温は, 微温浴に含まれる38.5℃に可及的に初期設定した。

実験前に, 被験者は海水パンツを着用し, 椅子上座位での安静中に脳波測定用の電極の装着を行った。実験は入浴前のリクライニングチェアでの閉眼安静5分, 肩まで湯に浸かり足を軽

く曲げた半仰臥位での全身温浴を15分で、入浴中0-5分、10-15分を閉眼とした。次いで出浴直後に水分を拭き取ってから、30分間をリクライニングチェアでの安静回復にあて、出浴後10-15分、25-30分を閉眼とした。

脳波は、国際10-20電極配置法にならい、両耳朶を不感電極として頭皮上のFz, Cz, Pz, Ozの部位に電極を置いて導出し、検討を行った。

計測はマルチテレメータシステム(日本光電, WEB-5000)によって行い、時定数0.3秒, 高周波カット30Hzで、データはカセットレコーダ(TEAC社, MR-40)に記録した。

脳波の解析は、入浴前2-4分の2分間、入浴中1-4分、10-13分、出浴後11-14分、26-29分の各3分間に脳波解析装置(ATAC-3700, 日本光電)を用いて1分毎に行い、 δ 帯域(2以上4 Hz未満), θ 帯域(4以上8 Hz未満), α_1 帯域(8以上10.5Hz未満), α_2 帯域(10.5以上13未満), β 帯域(13Hz以上30Hz未満)のパワー値を求め、帯域構成比(パワー%)を算出した。

湯温の測定のために高精度サーミスター温度計D642(テクノセブン社)を用いた。

統計処理は、入浴前の値との比較に対応する2群の差のt検定を行った。危険率5%を有意水準とした。

結果

国際10-20電極配置法にならい、頭皮上Fz, Cz, Pz, Ozにおける脳波基礎律動を検討した。 δ 帯域から β 帯域までの合計パワー値を100%として、1分毎にそれぞれの帯域の占める割合(パワー%)を算出し、被験者6名の平均値を求めた。

表1は各脳波導出部位における各帯域の入浴前安静2分間の平均パワー%(±標準誤差)を表している。以下、温浴4条件のデータについて、淡水温浴条件を0%群、1%人工海水温浴条件を1%群、3.5%人工海水温浴条件を3.5%群、7%人工海水温浴条件を7%群とする。

(1) 入浴中の帯域構成比(パワー%)の変化

表2に、各群の入浴中における各帯域の1分間毎の平均パワー%(±標準誤差)の変化を示した。入浴前の各パワー%を基準値とし、それぞれの時間で、対応する2群の差のt検定を行った。

0%群では、入浴中に正中前頭部のFzと正中頭頂部のCzで同様の変化が認められ、 θ 帯域の割合の減少が顕著であり、入浴初期に α_2 帯域の割合が有意に増加した。正中後頭部のPz, Ozのパワー%に変化は認められなかった。

1%群では、0%群と同様に、Fz, Czでの θ 帯域の減少と、 α_2 帯域の有意な増加が入浴を通して顕著に認められた。Czでは入浴初期に δ 帯域の有意な減少が認められた。Pzでは入浴10分でのみ α_1 帯域が減少し、Ozでは入浴11分でのみ α_1 帯域の有意な増加が見られた。

3.5%群では、Fzで入浴後半に α_2 帯域の増加が、Czで θ 帯域及び α_1 帯域と β 帯域の減少と α_2 帯域の増加が、Pzで一時的に δ 帯域の減少が、Ozでは一時的に α_1 帯域の増加が有意に認められた。

7%群では、FzとCzにおいて、 θ 帯域の減少が顕著で α_2 帯域の増加認められ、特にFzで顕著であった。Pzでは δ 帯域と β 帯域で有意な増加を示す時間が見られ、 θ 帯域と α_1 帯域が有意に減少した。OzでもPzと同様な変化が認められた。

表1 各実験条件における入浴前の脳波・帯域分類構成比(パワー%)

	δ 帯域	θ 帯域	α_1 帯域	α_2 帯域	β 帯域	
Fz	0%群	20.7±3.4(%)	21.3±1.4(%)	27.8±3.3(%)	17.7±2.4(%)	12.4±1.0(%)
	1%群	22.7±3.2(%)	23.5±2.0(%)	25.9±3.0(%)	15.7±2.0(%)	12.1±2.7(%)
	3.5%群	24.2±4.7(%)	22.6±2.1(%)	25.8±3.9(%)	15.9±2.9(%)	11.6±1.2(%)
	7%群	22.3±3.2(%)	22.2±1.9(%)	27.4±3.2(%)	17.4±2.7(%)	10.7±1.1(%)
Cz	0%群	19.3±2.0(%)	18.0±1.4(%)	30.8±3.6(%)	19.5±2.5(%)	12.5±2.2(%)
	1%群	21.9±3.7(%)	21.4±2.9(%)	29.0±4.4(%)	16.8±2.8(%)	10.9±2.7(%)
	3.5%群	23.8±5.2(%)	20.7±3.3(%)	29.5±5.4(%)	17.8±3.7(%)	8.2±2.2(%)
	7%群	26.1±4.0(%)	22.0±2.4(%)	25.7±4.1(%)	16.4±3.3(%)	9.7±2.4(%)
Pz	0%群	23.5±3.5(%)	24.1±0.8(%)	26.2±3.1(%)	14.0±1.3(%)	12.2±1.3(%)
	1%群	26.1±3.2(%)	27.0±1.7(%)	25.2±3.2(%)	12.2±1.5(%)	9.5±1.8(%)
	3.5%群	25.3±2.4(%)	25.2±1.5(%)	23.9±2.9(%)	13.6±1.9(%)	12.0±2.0(%)
	7%群	24.1±2.6(%)	26.6±1.4(%)	25.7±2.5(%)	13.6±1.7(%)	10.0±1.0(%)
Oz	0%群	25.7±2.8(%)	25.0±0.5(%)	24.1±2.8(%)	12.7±0.8(%)	12.5±1.3(%)
	1%群	25.4±2.9(%)	26.8±1.4(%)	23.0±3.1(%)	12.8±1.4(%)	11.9±1.9(%)
	3.5%群	28.8±4.1(%)	27.3±1.4(%)	20.6±2.8(%)	12.3±2.1(%)	11.0±1.2(%)
	7%群	26.7±2.2(%)	26.9±1.3(%)	23.7±2.3(%)	12.6±1.5(%)	10.1±1.1(%)

Mean±SE of the mean, n=6.

δ ~ β 帯域までの合計パワー値を100%として、それぞれの帯域の占める割合(パワー%)を、入浴前2-4分(2分間)の平均値として求めた。

δ 帯域: 2以上4 Hz 未満, θ 帯域: 4以上8 Hz 未満, α_1 帯域: 8以上10.5Hz 未満,

α_2 帯域: 10.5以上13Hz 未満, β 帯域: 13以上30Hz 未満.

0%群: 淡水温浴条件, 1%群: 1%人工海水温浴条件, 3.5%群: 3.5%人工海水温浴条件,

7%群: 7%海水温浴条件.

(2) 出浴後の帯域構成比(パワー%)の変化

表3に、各群の入浴中における各帯域の1分間毎の平均パワー%(±標準誤差)の変化を示した。入浴前の各パワー%を基準値とし、各時間に対応する2群の差のt検定を行った。

出浴後の0%群では、Fz, Czにおいて共に、出浴後前半の θ 帯域の減少と α_2 帯域の増加が有意に見られた。Czでは、さらに β 帯域の減少が出浴後後半を中心に見られた。Pzでは、 α_2 帯域の増加と β 帯域の減少が部分的に有意に認められた。Ozでは θ 帯域の増加が出浴後26分に認められただけであった。

1%群では、Fzで α_2 帯域の増加が、Czで α_1 帯域の減少が有意に見られた。

3.5%群では、Fzで α_2 帯域の増加が、CzとPzにおいて α_1 帯域の減少が有意に認められた。

7%群では、Fzで θ から α_1 帯域の減少と α_2 帯域の増加が、Czで θ 帯域の減少が、Pzで α_1 帯域の減少が、Ozで δ 帯域の増加が有意であった。

(3) α 帯域に注目した帯域構成比(パワー%)の変化

表2, 表3の結果から、心や体が落ち着いた良い状況である時に多く現れると言われている α 帯域の変化に注目し、 α_1 帯域, α_2 帯域のパワー%の変化を検討した。

α_1 帯域については入浴中及び出浴後の変化が比較的多かったPzにおけるパワー%の変化に注目し、図1に示した。4群とも入浴により、 α_1 帯域は減少し、平均値で約6%までの減少が見られた。出浴後では、前半後半ともに平均で1-6%程度の減少が見られた。統計的には7%

表2 淡水及び海水温浴における入浴中の脳波・帯域分類構成比(パワー%)の変化

0%群

帯域	δ					θ					α_1					α_2					β									
時間(分)	1	2	3	10	11	12	1	2	3	10	11	12	1	2	3	10	11	12	1	2	3	10	11	12	1	2	3	10	11	12
Fz							▼	▼			▼											△								
Cz							↓	↓	▼	▼	▼	▼						▼	△											
Pz																														
Oz																														

1%群

帯域	δ					θ					α_1					α_2					β									
時間(分)	1	2	3	10	11	12	1	2	3	10	11	12	1	2	3	10	11	12	1	2	3	10	11	12	1	2	3	10	11	12
Fz							↓	↓	↓	↓	↓	↓							↑	↑	↑	△	△	△						
Cz	↓	▼					↓	↓	↓	▼	▼	↓							↑	△	△			△						
Pz																▼														
Oz																		△												

3.5%群

帯域	δ					θ					α_1					α_2					β									
時間(分)	1	2	3	10	11	12	1	2	3	10	11	12	1	2	3	10	11	12	1	2	3	10	11	12	1	2	3	10	11	12
Fz																						△	△							
Cz							↓	▼			▼							↓				△								▼
Pz					▼																									
Oz																		△												

7%群

帯域	δ					θ					α_1					α_2					β									
時間(分)	1	2	3	10	11	12	1	2	3	10	11	12	1	2	3	10	11	12	1	2	3	10	11	12	1	2	3	10	11	12
Fz							↓	▼	▼	↓	▼								△	↑	△		↑	△						
Cz							↓			▼	↓	↓										△								
Pz		△	△							▼			▼	↓		↓													△	
Oz		△	△										▼	▼												△			△	

n=6, ↑増加, ↓減少 (P<0.01vs 入浴前), △増加, ▼減少 (P<0.05vs 入浴前) by Paired t-test. その他の説明は表1を参照.

表3 淡水及び海水温浴における出浴後の脳波・帯域分類構成比(パワー%)の変化

0%群

帯域	δ					θ					α_1					α_2					β									
時間(分)	11	12	13	26	27	28	11	12	13	26	27	28	11	12	13	26	27	28	11	12	13	26	27	28	11	12	13	26	27	28
Fz							↓	▼											↑	△			△							
Cz							▼	▼											△	△							▼	▼	▼	▼
Pz																			△								↓		▼	
Oz											△																			

1%群

帯域	δ					θ					α_1					α_2					β									
時間(分)	11	12	13	26	27	28	11	12	13	26	27	28	11	12	13	26	27	28	11	12	13	26	27	28	11	12	13	26	27	28
Fz																			△	△			↑							
Cz													▼			▼	▼													
Pz																														
Oz																														

3.5%群

帯域	δ					θ					α_1					α_2					β									
時間(分)	11	12	13	26	27	28	11	12	13	26	27	28	11	12	13	26	27	28	11	12	13	26	27	28	11	12	13	26	27	28
Fz																		△	△				△							
Cz													▼	▼																
Pz													▼																	
Oz																														

7%群

帯域	δ					θ					α_1					α_2					β									
時間(分)	11	12	13	26	27	28	11	12	13	26	27	28	11	12	13	26	27	28	11	12	13	26	27	28	11	12	13	26	27	28
Fz									▼	▼					▼			△				△	△							
Cz											▼																			
Pz													▼			▼														
Oz	↑	↑		△	△																									

n=6, ↑増加, ↓減少 (P<0.01vs 入浴前), △増加, ▼減少 (P<0.05vs 入浴前) by Paired t-test.
 その他の説明は表1を参照。

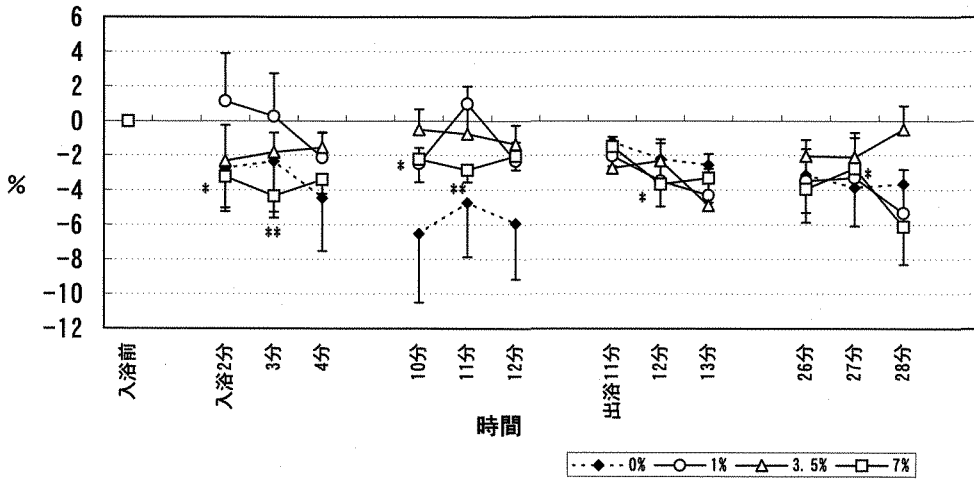


図1 Pzにおける α_1 帯域パワー-%の変化

Mean \pm SE, n = 6, α_1 帯域: 8以上10.5Hz未満,

* p<0.05, ** p<0.01vs入浴前 by paired t-test.

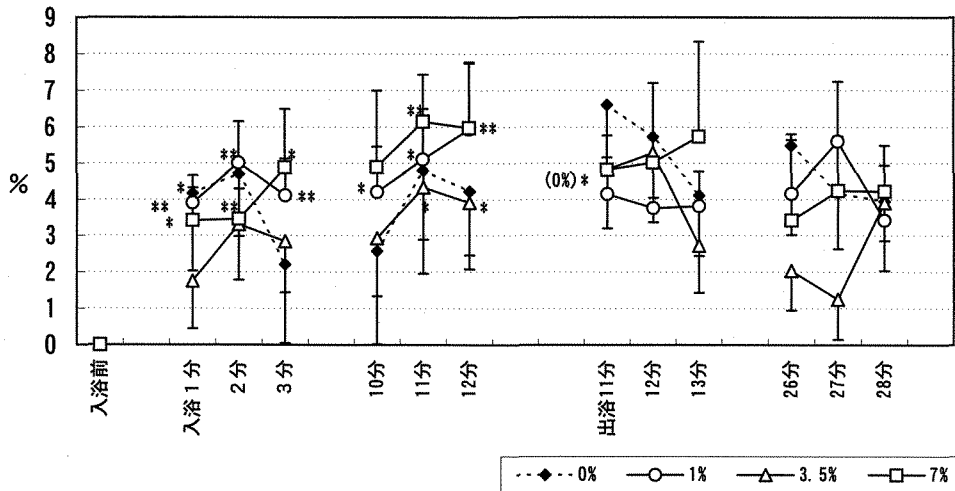


図2 Fzにおける α_2 帯域パワー-%の変化

Mean \pm SE, n = 6, α_2 帯域: 10.5以上13Hz未満,

* p<0.05, ** p<0.01vs入浴前 by paired t-test.

群でのみ有意な減少が入浴中, 出浴後も多くの時間帯で認められた。

α_2 帯域は入浴中及び出浴後通して多くの時間帯で変化が認められたFzにおけるパワー-%の変化を図2に示した。入浴を開始すると0%群, 1%群, 7%群で直後から有意な増加を示し, 入浴後半まで平均値では1%群, 3.5%群, 7%群において徐々に増加する傾向を示した。出浴後は出浴後11分の0%群でのみ有意に増加し, その後4群ともに平均値は減少する傾向にあった。

考 察

本研究では、人工海水温浴における塩類濃度の影響を、正中線に沿った Fz, Cz, Pz, Oz の脳波基礎律動の帯域構成比の変化から検討した。

その結果、脳波導出部位別に見ていくと、4条件とも θ 帯域の減少と α_2 帯域の増加が正中前頭部の Fz と正中頭頂部の Cz で圧倒的に多く、正中後頭部の Pz と Oz ではあまり見られなかった。また、 δ 帯域、 α_1 帯域、 β 帯域の変化は Fz にはほとんど認められなかった。安静時には α 波が現れやすいとされている後頭部においても (Garsche, F.A., 1954), α_1 帯域は減少し、 α_2 帯域は不変であった。よって、約38.5℃の入浴は、前頭部や頭頂部といった外界に向かって行動することと関連する脳部位を活性化し、 α_2 帯域の増加をもたらす可能性があると考えられた。

実験条件毎に検討すると、0%群では、入浴中に θ 帯域で顕著な減少と、 α_2 帯域の増加が認められ、出浴後もその変化が続いた。また β 帯域が出浴後に有意に減少したが、このことは海水温浴3条件と異なっており、淡水温浴は、精神的な緊張感を解きほぐす可能性が示唆された。また、 θ 帯域は眠気を感じるゆったりとした気分のときに現れるとされ、 α_2 帯域の増加が示すように、入浴によって意識は覚醒してきたことが伺える。 α_2 帯域は、ミッド α (9.6Hz~11Hz, アイデアを創出しやすい最適状態) からファースト α (11.5~13Hz, 思考を集中しやすい適度な状態) にかけての帯域であり、リラックスした注意集中の最適状態であったことが推察された。入浴中の θ 帯域の減少と α_2 帯域の増加という変化は4群とも同様であった。

1%群と3.5%群の変化は、入浴中並びに出浴後も同様な点が多い。入浴中は θ 帯域の減少と α_2 帯域の増加に加え、 δ 帯域の有意な減少も認められた。但し、 θ 帯域と α_2 帯域の変化の出現頻度は、1%群の方が高い。出浴後は α_1 帯域の有意な減少と α_2 帯域の有意な増加が認められた。 α_1 帯域は、スロー α (7.5~9.0Hz, 休養や休息に適した状態) からミッド α を含み、出浴後の α_1 帯域の減少と α_2 帯域の増加は、ゆったりとしたリラックス感というよりも、リラックスしながら集中できるような状態であったと推察される。

7%群では、入浴中並びに出浴後の θ 帯域と α_1 帯域の減少、 α_2 帯域の増加に加えて、入浴中の δ 帯域と β 帯域の増加が特徴的であった。我々の前報 (宮島ほか, 2000) において、副交感神経機能を表すとされる CV_{R-R} は7%群で入浴中を通して顕著に、また出浴後は7%群のみ顕著な低下を示した。脳波においても7%群は他の海水温浴条件とは異なる変化をしており、Pz, Oz で α_1 帯域の減少と連動する形で、 δ 帯域と β 帯域が増加したと考えられる。Pratzelら (1996) は、正常な膜機能のもとでは約6%の温海水で人体への、また人体からの、水輸送が等張となり、6%かそれ以上の温海水に入浴した場合、より多くの人体の水分が排出されると同時に体内に海水が侵入する、としている。このことは、脳波においても7%という海水濃度は、他の海水条件とは異なる影響があることを示唆するものであり、本実験においても示された。

α 帯域の変化に注目してみると、入浴中の α_1 帯域は7%群で最も顕著に低下しており、出浴後は、海水温浴の3条件で低下した。入浴中の α_2 帯域は4群とも増加しているが、中でも1%群と7%群の増加出現時間が多い。出浴後は4群ともに同様な増加傾向を示している。

以上より、入浴中は、7%海水で集中と緊張をもたらす可能性が示唆され、出浴後は、海水3条件で休息に適したリラックス状態というよりも集中や創造に適したリラックス状態であったことが示唆された。

謝 辞

本年度をもちまして退官される福地保馬先生には、健康教育ゼミにおいても、温かく様々な知見を与えて頂き、意外な切り口での意見もお聞きできましたこと、とても印象深く残っています。これまでご指導ご鞭撻を頂きましたことに、この場をお借りして深く感謝致します。

また、本研究の被験者として快く協力して下さいました学生、院生の皆様に心から感謝申し上げます。

参考文献

- デレディック・A・G, 海洋療法研究会訳・監修 (1991): 第4部 海は、だれのために健康をもたらすか? フランスの専門医からみたタラソテラピー [海洋療法], 東邦, 東京, pp.103-146.
- Even-Paz Zvi and Efron Dov (1996): The Dead Sea as a spa health resort. *Israel J. Med. Sci.* Vol. 32, No. 7 (Suppl 3): 4-8.
- Even-Paz Zvi (1996): Dermatology at the Dead Sea spas. *Israel J. Med. Sci.* Vol. 32, No. 7 (Suppl 3): 11-15.
- ルノーディ・ジャック・ベルナル a, 日下部喜代子訳 (1997): タラソテラピー -海から生まれた自然療法. 白水社, 東京, pp.9-10.
- ルノーディ・ジャック・ベルナル b, 日下部喜代子訳 (1997): タラソテラピー -海から生まれた自然療法. 白水社, 東京, pp.iii-vii.
- ルノーディ・ジャック・ベルナル c, 日下部喜代子訳 (1997): タラソテラピー -海から生まれた自然療法. 白水社, 東京, pp.36-43.
- Garshe, F.A. (1954): The Electroencephalographie. In J. Brock (Ed.). *Biologische Daten für den Kinderarzt: Gründzuge einer Biologie des Kindesalters.* Bd. 2, Berlin: Springer, pp. 856-918.
- 平田幸一, 片山宗一 (1992): 「心電図 R-R 間隔検査」自律神経機能検査. 第1版. 文光堂, pp.21-29.
- 堀切豊, 下堂園恵, 王小軍, 須藤和彦, 林菊若, 田中信行, 小原諒一 (2000): 高濃度塩類泉 (Na, Ca, Mg 塩化物, 硫酸塩) 入浴の深部体温と循環動態への効果. *日本温泉気候物理医学会雑誌*, 第63巻4号: 181-186.
- 鏡森定信, 王紅兵, アリ ナセルモアアリ, 張, 関根道和, 堀井祐子, 新村哲夫, 西野治身, 大村栄 (2002): 海洋深層水温浴効果の心理・生理学的指標による検討. *日本温泉気候物理医学会雑誌*, 第65巻2号: 73-82.
- 宮島成江, 清水富弘, 森谷紮, 水野徳子, 小田史郎, 阿岸祐幸 (2000): 人工海水温浴における塩類濃度が心電図に与える影響. *日本生気象学会雑誌*, 第37巻4号: 123-129.
- Pratzel Helmut G., Rimpler Manfred and Kimmel Ursula (1996): 「Solebäder」 *MEDIZINISHE BÄDER. I.* S.M.H Verlag Geretsried, München, Germany, pp. 142-145.
- 清水富弘, 藤島和孝, 大柿哲朗, 堀田昇, 金谷庄蔵, 右田孝志, 吉水浩, 増田卓二, 青山秀幸, 富田真理子 (1995): 海水による温浴時の体温変動および心拍応答. *健康科学*, 第17巻: 103-108.
- 清水富弘, 藤島和孝, 上田毅, 阿岸祐幸 (1998): 海水塩類濃度が温浴時の体温変動に与える影響. *日本温泉気候物理医学会雑誌*, 第61巻4号: 195-201.
- 志村秀明 (1996): タラソテラピー概論-健康増進と明るい社会福祉を目指して. 現代書林, 東京, p.68.
- 志村秀明 (1996): タラソテラピー概論-健康増進と明るい社会福祉を目指して. 現代書林, 東京, p.69.
- Sukenik Shaul (1996): Balneotherapy for rheumatic diseases at the Dead Sea area. *Israel J. Med. Sci.* Vol. 32, No. 7 (Suppl 3): 16-19.