

# ランニングイメージとアルファ波

山口 勝 機

はじめに

最近、スポーツの運動技能の向上を目的としたイメージトレーニングが盛んにおこなわれるようになってきた。それはまた試合前の緊張感や不安の解消あるいは集中力の向上に効果的であると考えられる。従って、イメージトレーニングは、心理的側面からのバックアップをおこない、安定した実力が発揮できることを目的としているともいえる。こうしイメージトレーニング時の生理心理学的研究としては、注意集中やリラクゼーションと関係の深いアルファ波などの脳波変化について比較的多くの研究がおこなわれてきた。

Short (1953), Mundy-Castle (1957) そして Slatter (1960) らは、視覚性イメージ、言語性イメージ、聴覚性イメージ、運動性イメージなど、様々なイメージング時のアルファ波活動について検討している。それによると、視覚性のイメージでは後頭部アルファ波の抑制がおこるが、言語性のイメージ又は運動性のイメージの場合は、アルファ波はさほど変化を示さなかった。同様に Davidson (1977) らは、前もって被験者にフラッシュ光刺激や右手へのタッピング刺激を体験させた後、(1)光刺激をイメージする、(2)タッピング感覚をイメージする、(3)光刺激とタッピング感覚の双方をイメージする等の3条件下における後頭部 ( $O_1$ ) 及び中心部 ( $C_3$ ) のアルファ波活動について分析している。その結果、視覚性イメージの時は、運動性イメージの時より後頭部アルファ波の抑制が強く、更に興味深いことには運動性イメージでは運動野のアルファ波活動がより強く抑制された。つまり、イメージの種類とアルファ波抑制の生じる大脳皮質部位との関係については、イメージに用いる感覚様式に対応した大脳皮質領野にアルファ波活動の変化が誘発されることを示している。

Morgan (1971) らは、左半球を賦活すると考えられる分析的課題（掛け算又は割り算）と右半球を賦活すると考えられる空間的イメージ課題（様々な場面のイメージ）について、左半球と右半球におけるアルファ波活動に違いがみられるかどうか検討している。それによるとコントロール時と比較して、双方の課題条

件下で右半球のアルファ活動が左半球よりも明らかに多かった。しかしながら右半球におけるこの優性なアルファ波の割合は、2つの課題間ではまったく異なっていた。つまり、右半球がイメージ課題を処理している時は、分析的課題時と比較してアルファ波の割合は有意に低いものであった。従って、イメージの種類と左右半球のアルファ波活動との関係では、空間的イメージにより右半球のアルファ波活動の抑制が強くおこったことを示している。Ehrlichman (1980) らは、様々な課題時における左右半球の頭頂および側頭部脳波について検討している。被験者は、課題遂行時の自己の体験を言語的思考、視覚性イメージ、感情、集中力の4つの尺度について調査を受けた。これらの尺度と脳波測定結果との相関から、言語的思考や集中は脳波の左右非対称性と関係が深く、左半球の脳波賦活が大であった。つまり、言語的な思考過程は視覚性イメージの過程よりも側頭、頭頂部脳波の非対称性に、より重要な影響を及ぼしていると考えられた。これに対し、イメージや感情は右半球の脳波賦活と関係が強かった。

これらの実験結果は、一般にイメージによりアルファ波活動の抑制がおこるが、このアルファ波抑制のおこる大脳皮質部位は、その用いるイメージの様式にある程度依存することを示している。またイメージの様式と左半球及び右半球のアルファ波活動との関係については、分析的課題や言語的思考では左半球のアルファ波活動の抑制がおこるのに対し、空間的イメージの場合には右半球のアルファ波活動の抑制がおこることを示している。但し、これらの実験はいずれもアルファ波帯域全体がイメージにより抑制されることは示しているが、アルファ波の8 Hz から13 Hz の周波数成分の中で、どの成分がイメージと関係があるのかというような点については、まったく検討していない。

本実験では、これらの実験結果を参考にしつつ、ランニングイメージとアルファ波の関係について検討した。特にアルファ波の変化については、左右差はもちろんであるが、8 Hz から13 Hz までのアルファ波の周波数成分を遅い成分 (alpha-1) と速い成分 (alpha-2) の2つに分類し、イメージの発現時にはどちらの成分のアルファ波がよく出てくるのかについて、イメージとの関係を分析した。アルファ波成分をこのように2つにタイプ分けすることで、イメージに伴うアルファ波の変化がより詳細に分析可能になると考えられる。

## 実験方法

実験に参加した被験者は、6名の女子大学生(年齢:21~22歳)で、いずれも数回の脳波測定を経験していた。実験前に、詳しい実験の説明をおこなった。

脳波記録用皿電極を国際10/20法に基づき、前頭正中線部 (Fz)、頭頂部 (Cz) および左右後頭部 ( $O_1$ ,  $O_2$ ) の各部位に装着した。脳波記録は Fz-Cz,  $O_1$ -Cz,  $O_2$ -Cz の双極導出でおこなった。時定数は0.1秒を使用した。電極装着後、被験者はシールドルーム内のソファーに楽な姿勢ですわり、全ての脳波測定は閉眼状態で実施した。

脳波記録は、14チャンネルの多用途脳波計でおこなうと同時に、脳波はデータレコーダにより磁気テープに記録した。なお、実験は次の3条件下についておこない、4ないし5分間の脳波を記録した。各セッション間には2ないし3分間の休みを入れた。

CONTROL: 閉眼安静状態で、できるだけ何も考えないようにしてもらい脳波を記録した。

IMAGE-1: 女子大学のグラウンドで被験者がトラックをランニングしている状況をイメージしている時の脳波を記録した。

IMAGE-2: 女子大学のグラウンドでのランニングをイメージしてもらうが、前もってメトロノームの様々な速さの中から、自分に適した速さを決めておいてもらい、その速さに合わせてランニングのイメージをしてもらった。この目的は、イメージをやりやすくする補助的手段として、メトロノームがランニングイメージに促進効果をもつかどうかを検討することであった。

実験終了後、各被験者に実験時の内省報告を詳しく書いてもらい、後での分析の参考とした。

脳波分析は、データレコーダよりA/D変換ボードを介してパーソナルコンピュータに脳波を入力し、脳波分析用ソフトにてパワーアレイ及びパワースペクトラム値を求め解析した。本実験では、4秒毎のパワースペクトルを45回加算し、3分間の平均パワースペクトルを0.488Hz から30.029Hz の周波数範囲で表示した。なお、パワースペクトル値はアルファ波について求めた。また本実験で使用した分析クロック (4ミリ秒) から、アルファ波は8.06Hz から12.94Hz の周波数となった。更に、アルファ波とイメージとの関連をより詳しく分析するため、アルファ波を遅い成分 (alpha-1) と速い成分 (alpha-2) に分けて、それぞれのパワースペクトル値を求めた。その周波数範囲は、alpha-1が8.06Hz から9.77Hz まで、alpha-2が10.01Hz から12.94Hz までであった。また、アルファ波 (alpha-1, alpha-2)、記録部位 (Fz,  $O_1$ ,  $O_2$ )、実験条件 (CONTROL, IMAGE-1, IMAGE-2) 等の要因については分散分析をおこない検討した。

## 結果

イメージ時の脳波の特徴については、多くの実験でアルファ波の抑制が報告されているが、その他に何か特徴が認められるかどうかについて検討した。

Fig.1 Aは、ランニングイメージを開始した直後の脳波変化を示したものである。イメージは閉眼状態でおこなっているが、開始直後の脳波は明らかにベータ波が優性である。しかし、しばらくすると $O_1$ 、 $O_2$ いずれの部位にも高振幅のアルファ波が顕著に発現してきた。後に被験者に、この時のことを内省報告してもらったところ、このアルファ波の発現とはほぼ一致してランニングイメージが鮮明になってきたことがわかった。同一被験者について、再度ランニングイメージの導入時における脳波変化を観察した際にも、このFig.1 Aとまったく同様の結果が得られた。

Fig.1 Bは、同じ被験者についてランニングイメージの開始から1分間にわたり、各脳波成分の出現変化を4秒間毎に示したパワーアレイである。イメージ開始直後は、ベータ波優性で脳波変化はみられないが、パワーアレイの6ライン目、約24秒経過した頃から $O_1$ 、 $O_2$ 両部位においてアルファ波の顕著な出現が認められている。この傾向は暫く持続した後、14ライン（56秒目）あたりから減少を示してきた。これらのランニングイメージ時の脳波変化と内省報告を照らし合わせると、従来いわれてきたイメージ時におけるアルファ波抑制とは異なり、むしろイメージが豊かに湧いてきた時には、アルファ波がより顕著に発現してくることを示している。同時に、イメージに伴うアルファ波出現の増減は、被験者の内省報告からイメージの強弱とも関係があるのではないかと考えられる。例えば、Fig.1 Bのパワーアレイにおける6ライン目から13ライン目あたりまでの約30秒間は、アルファ波の出現が顕著であり、この区間はイメージがその前後よりも、より強く発現していたものと考えられる。

Fig.2は、control, image-1, image-2の実験条件下においてalpha-1およびalpha-2の各アルファ波が、Fz、 $O_1$ 、 $O_2$ でどのような出現変化を示したかについてまとめたものである。この図から明らかなように、alpha-1はイメージ実験条件で変化しないが、つまり増加しないが、alpha-2はイメージ実験条件で増加するということである。この傾向は、前頭部（Fz）よりも後頭部（ $O_1$ 、 $O_2$ ）で顕著であり、イメージと関係の強いアルファ波はalpha-2のタイプであることが考えられる。

これらのアルファ波、実験条件ならびに記録部位の要因について分散分析した結果を示したのがTable 1である。分散分析の結果、記録部位の要因に関して有

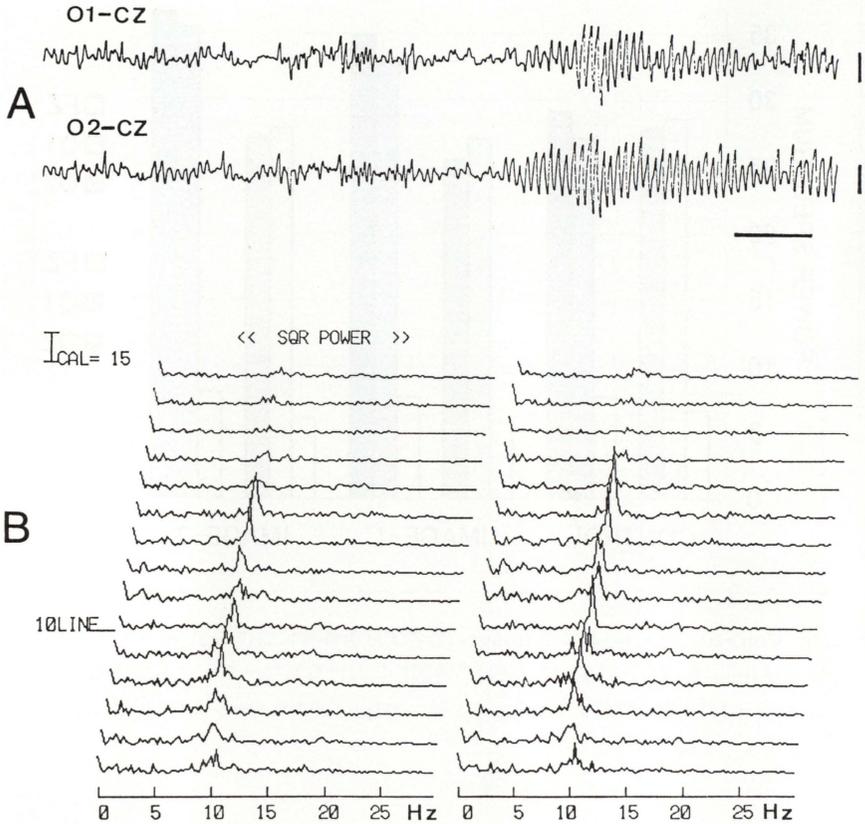


Fig. 1 ランニングイメージ開始直後の後頭部における脳波変化 (A) とそのパワーアレイ (B) を示す。ランニングイメージ開始直後は、ベータ波が優性であるが、イメージが鮮明になるとともにアルファ波が顕著になってきた。パワーアレイは1分間の脳波についての分析であり、左がO<sub>1</sub>-Cz、右がO<sub>2</sub>-Czである。1ラインは4秒間の脳波についての周波数変化を示している。Aの時標は1秒間を、キャリブレーションは50 $\mu$ Vを示す。

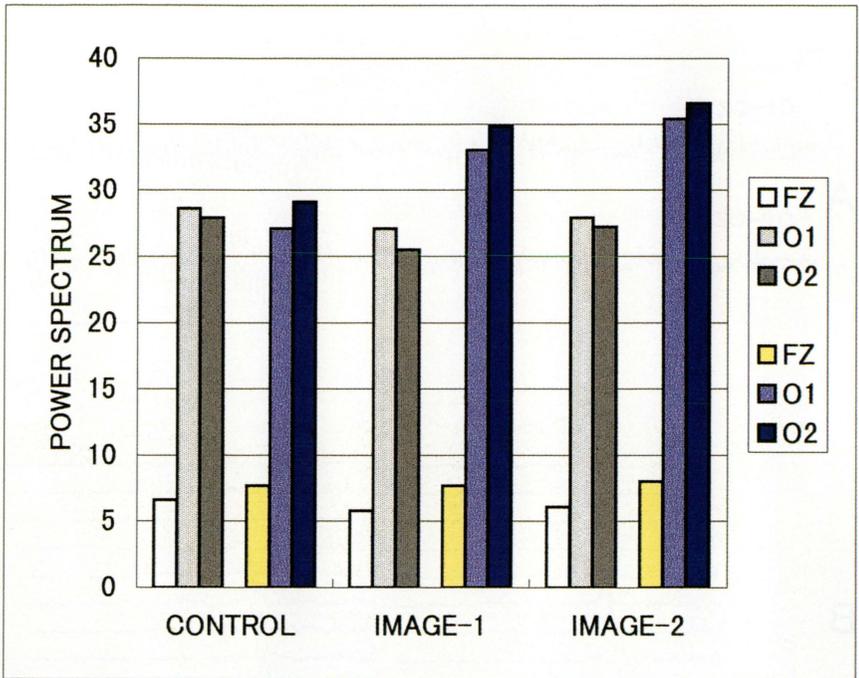


Fig. 2 Control, Image-1およびImage-2の各実験条件時におけるAlpha-1（左）およびAlpha-2（右）のFz, O<sub>1</sub>, O<sub>2</sub>の各部位におけるパワースペクトル値変化を示す。Alpha-1は実験条件により変化しないが, Alpha-2はイメージ条件によりコントロール時よりかなりの増加を示した。

意性が認められた ( $F=46.20, df=2, p<.001$ )。更に。記録部位間における下位検定の結果, アルファ波の出現量は, O<sub>2</sub>がFzよりも ( $t=8.34, df=8, p<.05$ ), O<sub>1</sub>がFzよりも ( $t=8.26, df=8, p<.05$ ) それぞれ有意に高かった。この結果は, alpha-1とalpha-2を込みにしていることから両者の差は不明であるが, 後頭部(O<sub>1</sub>, O<sub>2</sub>)におけるアルファ波の出現量が, 前頭部(Fz)よりも高いことを示している。しかし, O<sub>2</sub>とO<sub>1</sub>のアルファ波出現量は差がみられず, 左右差は認められなかった。

次にアルファ波と実験条件間に有意な交互作用がみられた ( $F=7.24, df=2,$

Table 1. アルファ波 (A : Alpha-1, Alpha-2), 記録部位 (B : Fz, O<sub>1</sub>, O<sub>2</sub>), および実験条件 (C : Control, Image-1, Image-2) についての分散分析表

source	SS	df	MS	F	p
subject	2026.264	4	506.566		
A:ALPHA	375.769	1	375.769	0.412	0.555
error[AS]	3647.340	4	911.835		
B:AREA	10618.634	2	5309.317	46.204	0.000 ****
error[BS]	919.280	8	114.910		
C:IMAGE	84.265	2	42.132	1.386	0.304
error[CS]	243.279	8	30.409		
AB	92.456	2	46.228	0.350	0.715
error[ABS]	1057.166	8	132.145		
AC	163.141	2	81.570	7.238	0.016 *
error[ACS]	90.156	8	11.269		
BC	47.449	4	11.862	1.092	0.393
error[BCS]	173.825	16	10.864		
ABC	62.716	4	15.679	4.283	0.015 *
error[ABCS]	58.578	16	3.661		
Total	19660.325	89			

+ p<0.10, \* p<0.05, \*\* p<0.01, \*\*\* p<0.005, \*\*\*\* p<0.001

p<.05)。そこで、この交互作用における単純主効果について検討した結果、alpha-2 に対する実験条件の有意性が認められた (F=5.50, df=2, p<.05)。このことは、実験条件により出現量に変動性のあるアルファ波は、alpha-2 であることを示している。そこで実験条件と alpha-2 の関係について多重比較をおこなった結果、image-2 と control の条件間に、alpha-2 の平均出現量に関して有意性が認められた (t=3.22, df=16, p<0.5)。このことは、image-2 の条件下では control 時より、Fz, O<sub>1</sub>, O<sub>2</sub> における alpha-2 の平均出現量が有意に高いことを示している。しかし、image-2 と image-1 の間には alpha-2 の平均出現量に関して何ら有意性は認められなかった。

次に、アルファ波と記録部位と実験条件間に有意な交互作用が認められた (F=4.28, df=4, p<.05) ことから、これらの要因の単純交互作用について検討した。その結果、まず記録部位 O<sub>1</sub> において、アルファ波と実験条件間に有意な交互作用がみられた (F=9.28, df=2, p<.005)。O<sub>2</sub> においても同様にアルファ波と実験条件間に有意な交互作用が認められた (F=8.87, df=2, p<.005)。ア

ルファ波に関しては、alpha-2 について記録部位と実験条件間に有意な交互作用が認められた ( $F=3.65$ ,  $df=4$ ,  $p<.05$ )。

以上のことから、実験条件により  $O_1$ 、 $O_2$  でアルファ波が有意な変動を示すが、それは alpha-2 であることを示している。

次に単純・単純主効果について検討した。まずアルファ波と実験条件との関係については、alpha-1 と各実験条件の間において記録部位が以下の有意性を示した。それらは、alpha-1 と control ( $F=17.07$ ,  $df=2$ ,  $p<.001$ )、alpha-1 と image-1 ( $F=15.24$ ,  $df=2$ ,  $p<.001$ )、alpha-1 と image-2 ( $F=16.79$ ,  $df=2$ ,  $p<.001$ ) の如くであった。

また alpha-2 と各実験条件間についても記録部位は以下の有意性を示した。alpha-2 と control ( $F=15.14$ ,  $df=2$ ,  $p<.001$ )、alpha-2 と image-1 ( $F=24.98$ ,  $df=2$ ,  $p<.001$ )、alpha-2 と image-2 ( $F=25.36$ ,  $df=2$ ,  $p<.001$ ) の如くであった。これらは各実験条件下での alpha-1 ならびに alpha-2 の発現には、記録部位が重用な要因であることを示している。

アルファ波と記録部位との関係についてみると、 $O_1$  における alpha-2 の発現には実験条件が有意性を示し ( $F=7.69$ ,  $df=2$ ,  $p<.005$ )、 $O_2$  においても同様に、alpha-2 の発現には実験条件が有意性を示した ( $F=6.52$ ,  $df=2$ ,  $p<.005$ )。つまり実験条件により、alpha-2 は  $O_1$ 、 $O_2$  で有意な変動を示すといえる。

次に有意性の認められた要因について多重比較をおこなった。control 時の alpha-1 の出現量と記録部位との関係について検討した結果、 $O_1$  は Fz よりも alpha-1 が有意に多く ( $t=5.14$ ,  $df=48$ ,  $p<.05$ )、 $O_2$  でも Fz より alpha-1 が有意に多かった ( $t=4.97$ ,  $df=48$ ,  $p<.05$ )。image-1 時の alpha-1 の出現量と記録部位との関係については、 $O_1$  は Fz より有意に多く ( $t=4.95$ ,  $df=48$ ,  $p<.05$ )、また  $O_2$  でも Fz より有意に多かった ( $t=4.59$ ,  $df=48$ ,  $p<.05$ )。同じく、image-2 の時の alpha-1 の出現量と記録部位との関係については、 $O_1$  で Fz より有意に多く ( $t=5.1$ ,  $df=48$ ,  $p<.05$ )、また  $O_2$  でも Fz より有意に多かった ( $t=4.93$ ,  $df=48$ ,  $p<.05$ )。しかしながら、どの実験条件下でも、 $O_1$  と  $O_2$  の間には alpha-1 の出現量に差は認められなかった。

以上のことから、いずれの実験条件下においても、 $O_1$  および  $O_2$  において alpha-1 が Fz よりも有意に多く出現していることを示している。しかし、 $O_1$  と  $O_2$  の間に左右差は認められなかった。

次に各実験条件下における alpha-2 の出現量と記録部位との関係について検討した。まず、control 時の alpha-2 の出現量に関しては、 $O_1$  で Fz より有意に多

く ( $t=4.51$ ,  $df=48$ ,  $p<.05$ ),  $O_2$ でも Fz より有意に多かった ( $t=4.98$ ,  $df=48$ ,  $p<.05$ )。次に image-1 時の alpha-2 の出現量に関しては,  $O_1$ で Fz より有意に多く ( $t=5.91$ ,  $df=48$ ,  $p<.05$ ),  $O_2$ でも Fz より有意に多かった ( $t=6.32$ ,  $df=48$ ,  $p<.05$ )。image-2 の時の alpha-2 の出現量に関しては,  $O_1$ で Fz より有意に多く ( $t=6.37$ ,  $df=48$ ,  $p<.05$ ), また  $O_2$ でも Fz より有意に多く出現した ( $t=6.67$ ,  $df=48$ ,  $p<.05$ )。しかしながら, いずれの実験条件下でも,  $O_1$ と  $O_2$ の間に alpha-2 の出現量に関して有意な差は認められなかった。

以上のことから, いずれの実験条件下においても, alpha-2 は  $O_1$ ,  $O_2$ において Fz よりも有意に多く出現したといえる。しかし,  $O_1$ と  $O_2$ の間に有意差はなく, 左右差は認められなかった。

更に  $O_1$ における alpha-2 の出現量と実験条件との関係について検討した結果, image-1 時には control 時より有意に多かった ( $t=2.74$ ,  $df=48$ ,  $p<.05$ )。image-2 時においても control 時より有意に多かった ( $t=3.80$ ,  $df=48$ ,  $p<.05$ )。しかし, image-2 と image-1 の間には有意差は認められなかった ( $t=0.29$ ,  $df=48$ )。

次に  $O_2$ における alpha-2 の出現量と実験条件との関係について検討した結果, image-2 時には control 時より有意に多く発現し ( $t=3.46$ ,  $df=48$ ,  $p<.05$ ), また image-1 時にも control 時より有意に多かった ( $t=2.62$ ,  $df=48$ ,  $p<.05$ )。しかし, image-2 と image-1 の間には有意差は認められなかった ( $t=0.85$ ,  $df=48$ )。

以上のことから, alpha-2 は  $O_1$ ,  $O_2$ において control 時よりも image-1 および image-2 で有意に多く発現するが, image-1 と image-2 の間では, alpha-2 の出現量に有意な差は認められなかったことになる。従って, ランニングイメージすることにより, alpha-2 は Fz より  $O_1$ ,  $O_2$ で有意に増加するといえるが, 今回, ランニングイメージの促進効果を期待したメトロノームの使用は, image-1 と image-2 の間で alpha-2 の出現量に有意差のみられなかったことから, 効果的な影響を及ぼさなかったと考えられる。

## 考察

ランニングイメージ時における前頭部 (Fz) 及び後頭部 ( $O_1$ ,  $O_2$ ) アルファ波の特徴について分析した。従来, イメージによるアルファ波の抑制が報告されているが, 本実験ではアルファ波とイメージの関係を更に詳しく分析するため, アルファ波を alpha-1 (8.06~9.77Hz) と alpha-2 (10.01~12.94Hz) に分類することにより, どちらのタイプのアルファ波がイメージと関係が強いかにについて検

討した。

その結果、イメージ開始直後にはアルファ波抑制が、わずかに表われるが、しばらくするとアルファ波の顕著な増大が後頭部で観察されるようになった。被験者の内省報告を参考にすると、このアルファ波の増大は鮮明なイメージの生起と関係があるように考えられる。従来、イメージの誘発に用いる感覚様式とアルファ波の変化の関係については、その感覚様式に対応した大脳皮質感覚野のアルファ波が抑制されるか、又は運動性のイメージの場合、アルファ波が変化しないという結果や、Davidson (1977) らの運動野のアルファ波が強く抑制されたという結果が報告されている。いずれにしろイメージによるアルファ波の変化パターンについては、アルファ波の抑制がおこるか又はおこらないかのいずれかであった。今回の実験結果は、イメージの生起とアルファ波の増強とが関係あり、しかもイメージにより増強するアルファ波のタイプは alpha-2 であることを示している。これに対し、alpha-1 のタイプはイメージ中もほとんど有意な変化を示さなかった。

アルファ波、記録部位ならびに実験条件の関係についてみると、control, image-1, image-2 いずれの場合も  $O_1$ 、 $O_2$  では Fz より alpha-1, alpha-2 の出現量は多かったが、 $O_1$  と  $O_2$  の間では有意な差が認められなかった。つまり、各実験条件において、alpha-1 および alpha-2 の出現量を  $O_1$  と  $O_2$  の間で比較すると左右差はなかったということである。

また、被験者があらかじめ決めておいたメトロノームの速さに合わせてランニングイメージをする場合 (image-2)、イメージに対する促進効果が認められるかどうか、すなわち image-1 よりも更に image-2 において、alpha-2 の増強がおこるかどうかについても検討したが、 $O_1$  ならびに  $O_2$  における alpha-2 出現量は image-1 と image-2 の間で有意な差は認められず、また左右差もみられなかった。

被験者の内省報告によれば、メトロノームの音を聞きながらの方が、ランニングイメージはしやすかったと報告はしているが、以上の結果をふまえると、メトロノームのリズムは、ランニングイメージに対する促進効果はなかったと考えられる。

この結果は、指標は異なるが次のような味覚イメージの実験とも共通した点を示している。Drummond (1995) らは、舌の片側に酸味を感じた時と、その後で酸味をイメージした時の耳下腺の唾液分泌量を計測している。その結果、唾液分泌量は酸味により増加した。また酸味を体験した後では、被験者はより鮮明にその酸味をイメージできたにもかかわらず、唾液分泌量は有意な増加を示さなかつ

た。このことはイメージの鮮明さが直ちに alpha-2 や唾液分泌量の増加につながらないことを示している。その原因としては、彼等が指摘しているようにイメージに伴う情緒的意味、不安、不快、何回もの測定、疲労などの要因も影響したのではないかと考えられる。

一方、イメージに対する促進効果の要因を考える場合、本実験において使用したメトロノームより、むしろ image-2 に導入する前に、実際にランニングを体験するなどした方が、alpha-2 の出現量は image-1 より image-2 で高くなったのではないかと考えられる。

また陸上競技の選手とかピアノなどの楽器演奏に優れた人を対象に、ランニングイメージやピアノ演奏イメージの時のアルファ波を検討すれば、更に興味深い結果が得られるのではないと思われる。イメージはある程度集中力を必要とする面もあることから、例えば連続加算作業などの精神作業中により出現する  $Fm\theta$  とイメージング時の alpha-2 がどのような関係を示すかについても検討する必要がある。

イメージを含めた様々な思考活動と皮質血流量との関係についても検討が加えられている。Nishizawa (1982) らは安静時ならびに単純な単語聴取時における大脳皮質血流量について検討している。それによると、左右半球の平均血流量は安静時より、聴取時に10%上昇した。部位的には側頭葉上部、前頭前野などの血流量増加が顕著であった。有意な非対称性は、特に左半球の側頭葉上部でみられ、血流量は右側の18%に対し、平均29%の増加を示した。これらの血流量の非対称性が部位的にも alpha-2 の左右差に反映されてくるかどうかは今後検討を要する。

Roland (1985) らは、50から3を次々に引いていく単純な引き算、言葉遊び的な言語課題、自宅のドアを出て、道路を左・右と交互に歩いていく視運動性イメージの3つの思考活動時の皮質血流量を254の皮質部位について検討している。その結果、これら3種類の思考活動時に前頭前野の皮質血流量は等しく増加した。それに加えて、引き算では左角回、言葉遊びでは左上縁回、視運動性イメージでは視覚連合野の皮質血流量がそれぞれ増加した。彼等は、これらの結果から、異なるタイプの思考活動は異なる皮質領域を賦活することから、血流増加をみることにより、異なるタイプの思考を区別し、被験者が想起する記憶の種類を識別することは可能であるとした。しかし、ある特定の記憶から想起される異なるイメージを血流増加をみることにより区別することは不可能であると考えた。つまり、皮質血流量とイメージの内容を関連づけることは困難だということである。

これらの様々な実験条件時にみられた皮質血流量の増加が、イメージ活動に伴

う alpha-2 の増加とどのように関係してくるかについては、頭皮上全体の alpha-2 などの活動状態の高低をカラー表示する方法などとあわせて分析することが必要であると考えられる。

## REFERENCES

- Davidson, R. J. Brain mechanism subserving self-generated imagery: Electrophysiological specificity and patterning. *Psychophysiology* 14: 598-602, 1977.
- Drummond, P. D. Effect of imaging and actually tasting a sour taste on one side of the tongue. *Physiology and Behavior* 57: 373-376, 1995.
- Ehrlichman, H. and Wiener, M. EEG asymmetry during covert mental activity. *Psychophysiology* 17: 228-235, 1980.
- Morgan, A. H., Macdonald, P. J. and Macdonald, H. Differences in bilateral alpha activity as a function of experimental task, with a note on lateral eye movements and hypnotizability. *Neuropsychologia* 9: 459-469, 1971.
- Mundy-Castle, A. C. The electroencephalogram and mental activity. *Electroencephalography and clinical neurophysiology* 9: 643-655, 1957.
- Nishizawa, Y., Olsen, T. S., Larsen, B. and Lassen, N. A. Left-right cortical asymmetries of regional cerebral blood flow during listening to words. *Journal of Neurophysiology* 48: 458-466, 1982.
- Roland, P. E. and Friberg, L. Localization of cortical areas activated by thinking. *Journal of Neurophysiology* 53: 1219-1243, 1985.
- Short, P. L. The objective study of mental imagery. *British Journal of Psychology* 44: 38-51, 1953.
- Slatter, K. H. Alpha rhythms and mental imagery. *Electroencephalography and clinical neurophysiology* 12: 851-859, 1960.