

てんかんの基本波*

— 2 素子同時導出帯域脳波周波数分析所見 —

清水 隆 磨** 立 山 興*** 市 川 潤***

ま え が き

てんかん脳波の間歇性異常脳波については、その異常性が著明であるばかりでなく、それが臨床像と深く結びついているため、その観察にあたっては多くの関心が払われてきた。しかしながらてんかんという疾患においては、正常な脳波が如何にその様相を変えているかということを考えるとき、これら短時間に著明に出現する異常脳波以外に、恒常的にみられ且つその脳波の骨格をなしていると考えられる基本波というものについて考察し、てんかん脳波の根本的な変化を追究することは、その解明に重要な一つの手がかりになるものと考えられる。

脳波の分析は従来、主に視察によって行なわれてきたが、近年自動周波数分析装置の発達普及により従来の方法に代って利用され、種々の知見が再検討されてきており、脳波分析に大きな役割を占めている。

以上の様な観点より、本研究は正常人及びてんかん患者における脳波の基本波を周波数分析装置により分析して比較検討し、てんかんにおける脳波の基本波の特異性・異常性等をとらえようと試みたものである。

被検者及び方法

被検者として、てんかん患者31例(15~52才)及び正常人10例(15~45才)を選びその脳波分析をおこなった。てんかんの型としては焦点性及び中心脳性のものがそれぞれ16例及び15例である。

脳波記録は、日本光電株式会社製の17素子脳波計、及び同じく我々が試作に関与した2素子同時導出自動帯域周波数分析装置MAF—4を用いて

おこなった。周波数分析装置の通過帯域は第表の如き濾波器を2組有するもので、各帯域それぞれ2組の濾波器の特性は殆んど等しい。

第1表 分析装置の周波数特性

帯域名称	δ	θ	α	β_1	β_2
巾 (c/s)	2~4	4~8	8~13	13~20	20~30
中心周波数	2.85	5.65	10.2	16.1	24.5

頭皮よりの導出は単極導出で、左右両側の前頭極・前頭部・中心回転部・頭頂部・後頭部・前・中・後側頭部の16個処について、覚醒・安静閉眼時で脳波記録をおこなった。即ち、1)左側後頭部とこれに対する他の同側各部位の2局所より、2つの脳波を同時導出分析をおこなって、左側後頭部を基準として同側各部位の各帯域周波数成分について考察した。2)左右両側大脳半球各対称部位の2局所よりの2つの脳波を同様に同時導出分析をおこない、各対称部位の帯域周波数成分について比較検討した。

各帯域周波数成分の算出法は、周波数分析装置により、てんかん脳波のうち、散発性または広汎性のてんかん性放電と思われる部分は除外し、明らかに基本波と思われる部分の脳波を分析し、5帯域の10秒間区域の積分値を5個処無選択に計測し、その各帯域の50秒間の積分値及びこれら5帯域の積分値の総和を求め、総和に対する各帯域の百分率即ち含有率を算出して検討をおこなった。

成 績

1. 後頭部脳波(左側)基準の各領野帯域成分の分布

第1図は正常人10例及びてんかん患者31例について、各導出部位における帯域周波数成分の分布

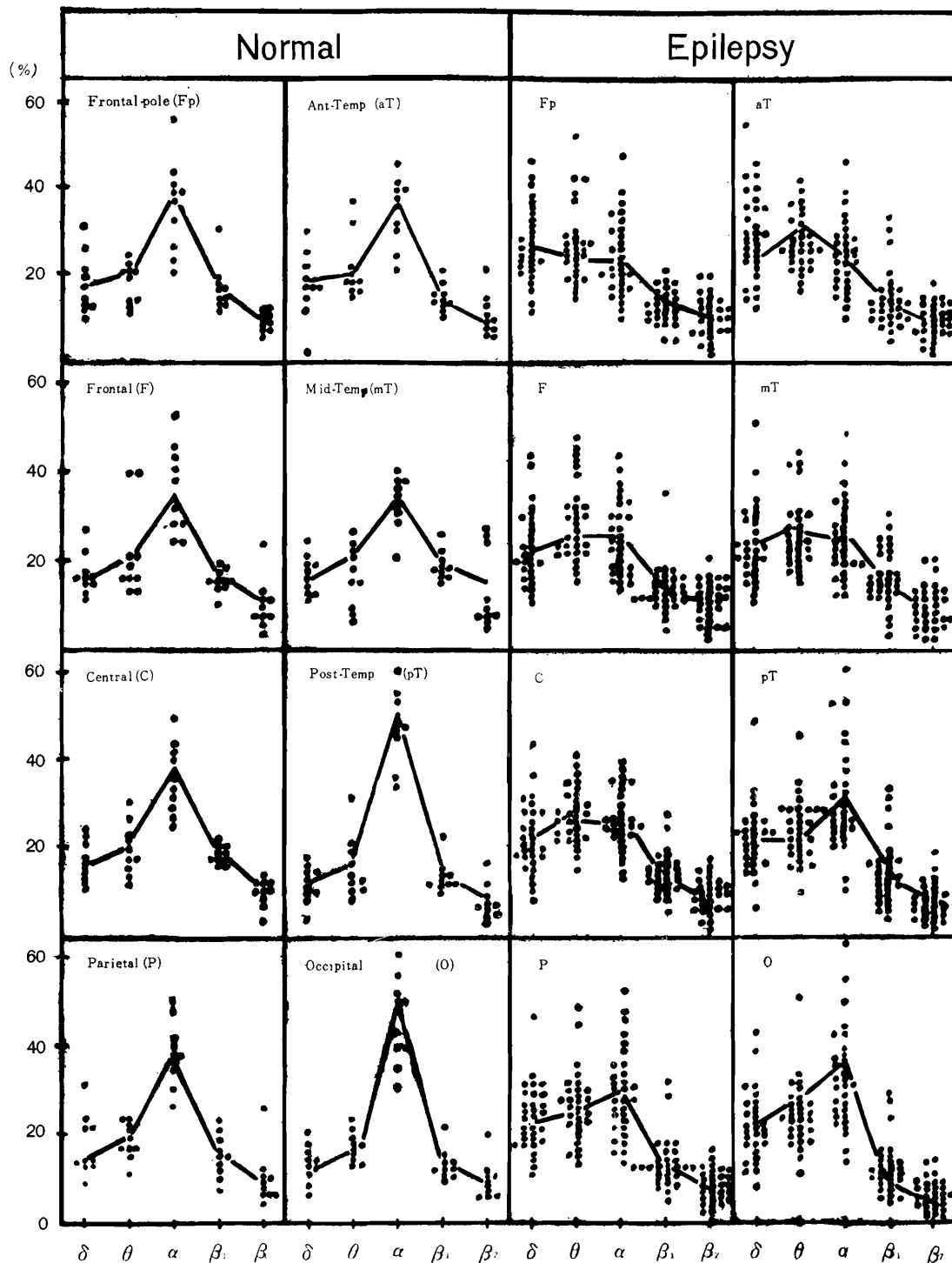
*Basic EEG-Activity in Epilepsy: Results due to Automatic 2-Channel Simultaneous Frequency-Analyzer.

助手 *研修員

について示したものである。即ち図において縦軸は帯域周波数成分の含有率(%)を示し、実線は全被検者の平均値であり、点は被検者個々の含有

率で、その帯域における個人差の分布の広さを表わしている。

正常群では各導出部位ともいずれも α 帯域成分



第1図 正常及びてんかん脳波の導出部位別の帯域周波数分布図。実線は全被検者の平均値を示す。

含有率が著明に優位であり、その優位性は後頭部・後側頭部に高く、前頭部に近づくに従って低くなっている。 α 帯域について $\theta > \beta_1 \approx \delta_1 > \beta_2$ の順位の含有率となっている。速波帯域成分である $\beta_1 \cdot \beta_2$ は、各導出部位とも分布に大きな変化は示さず、比較的個人差は少ないが、 α 帯域では個人差が大きくみられる。 δ 帯域成分は前頭極・前頭部・前側頭部に於いて比較的多く、 β_1 値とほぼ同様な値を示しているが、後頭部に近い部位になるに従って減少し、 β_1 値の方が多くなる傾向がみられる。

てんかん群についてみると、正常群の如く α 帯域成分が各導出部位とも優位ということは著明ではなくなってくるが、後頭部・後側頭部に多くみられ、前頭極・前頭部・前側頭部と、前方に近くなるにつれて少なくなっていることは正常群と同様な傾向を示している。 $\delta \cdot \theta$ 帯域は正常群に比べ大きな含有率を示し、しかも α 帯域とともに個人差のパラツキも大きい。 δ 帯域における含有率は前頭極・前頭部・前側頭部等の部位において高い含有率を示していることは正常群と同様であるが、どの導出部位においても速波帯域成分である $\beta_1 \cdot \beta_2$ よりも常に多い。また δ 値と α 値とを比較すると、前頭極では前者がやや高く、前及中側頭部においては両者ほぼ等しい値を示し、その他の部位においても正常群の如く α 帯域の高いpeakはみられない点等は正常群と異なっている。

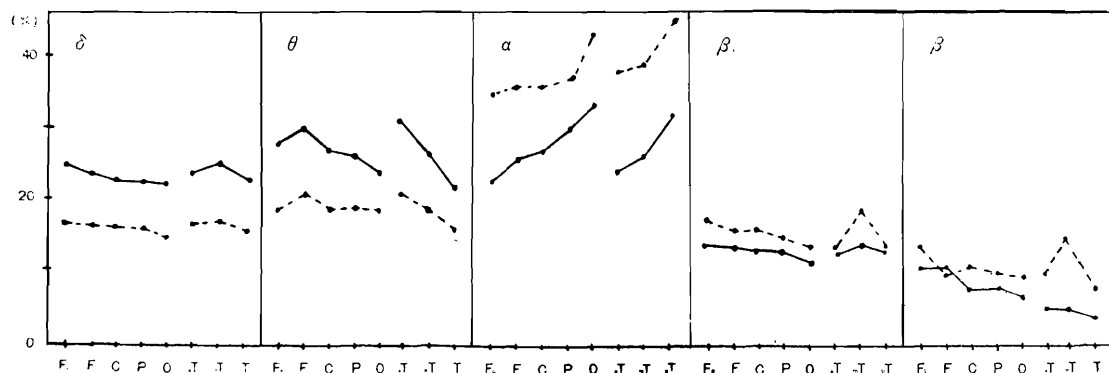
θ 及び α 値を比較してみると、前頭極・前及び中側頭部において θ 値は高く、前頭部・中心回転部においては両者ほぼ等しい値を示し、わずかに頭頂部・後側頭部・後頭部においてのみ

後者が優位でしかない。これは正常群では常に α 帯域が優位であることに比べて全く異なる点である。速波帯域成分である $\beta_1 \cdot \beta_2$ については殆んど正常群と同様に各導出部位における分布の変化は少なく、且つ個人差も他の帯域に比べると少ない。

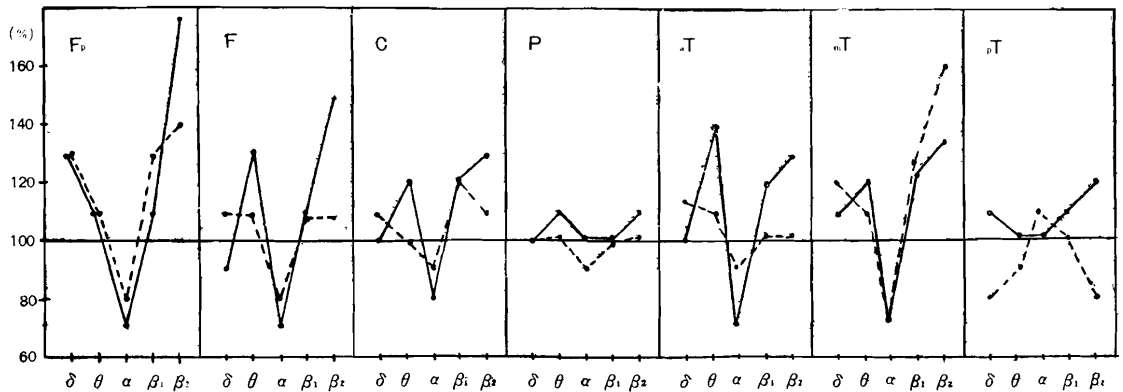
次に周波数帯域について、各部位における分布を示したのが第2図である。図において実線及び点線はてんかん群及び正常群における全被検者の平均値である。

δ 帯域についてみると、各部位とも正常群に比べてその含有率はてんかん群に高いが、両群とも後方になるに従って低くなる傾向がみられる。 θ 帯域では、てんかん群においてその含有率は各部位とも正常群よりも高いが、導出部位による含有率の変化は同じ傾向を示している。即ち前頭部にpeakをもつ山形をなし、また側頭部においては前側頭部より後側頭部にかけて直線的に含有率は減少している。 α 帯域では、正常群において各部位ともその含有率は高いが、後頭部に近づくに従って急にその値が増加していく傾向はてんかん群とはほぼ同様である。 $\beta_1 \cdot \beta_2$ の速波帯域に関しては、正常群・てんかん群ともに含有率において他の帯域の如く大きな差異はない。

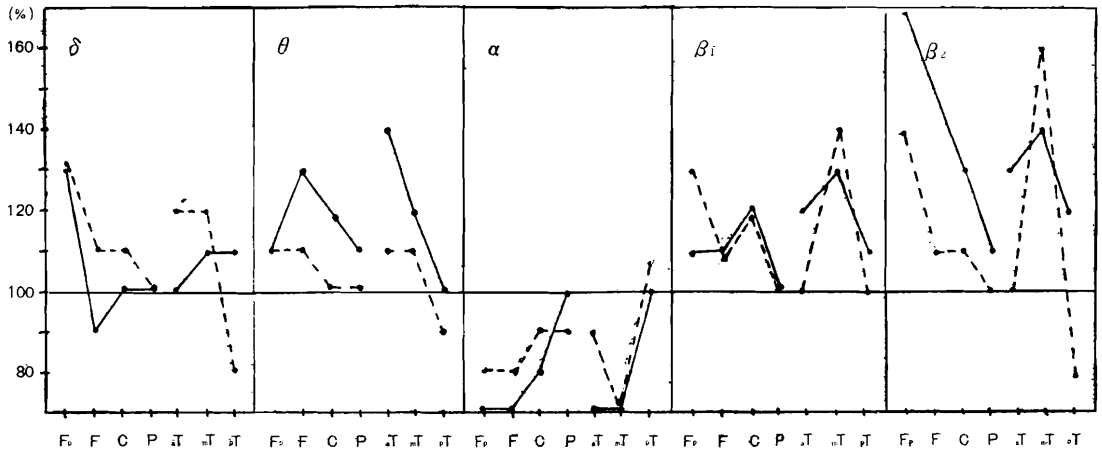
次に後頭部及びそれと同時に導出分析した他の各導出領野のそれぞれの帯域の含有率について、後頭部を基準として考察するため、後頭部の各帯域の含有率を100%とした場合における他の領野の百分率を示したものが、第3図及び第4図である。即ち α 帯域では一般に後頭部において優位であり、他の帯域は他の領野において後頭部より優



第2図 各帯域分布図。正常及びてんかん脳波における帯域周波数成分の含有率について各導出部位における変化を示したものである。実線及び点線は、それぞれてんかん群及び正常群の全被検者の平均値を表わす。



第3図 各領野における帯域分布。正常及びてんかん脳波において、後頭部の各帯域周波成分の含有率を100とした時、他の領野における各帯域成分の含有率の割合を百分率で表わしたものである。実線及び点線は、それぞれてんかん群及び正常群の全被検者の平均値。



第4図 帯域別の領野分布。第3図と同じく算出したものを、各帯域別に導出部位による変化をみたものである。実線及び点線はそれぞれてんかん群及び正常群の全被検者の平均値を示す。

位であるため、第3図では α 値を谷とするV字形の曲線を示し、第4図では α 帯域においてのみ全曲線は100%以下にその殆んどが存在することになることになる。

更に各帯域についてみると、 δ 帯域では前頭極及び頭頂部において、てんかん群・正常群ともに等しく、その他の領野では後-側頭部を除いてはてんかん群はすべて低い値を示し、正常群に比べ後頭部に対する優位性の低いことを意味している。

θ 帯域で前頭極において両群相等しく、他の領野ではてんかん群が正常群に比べて著明に後頭部に対する優位性を示している。 α 帯域ではてんかん群が頭頂部及び後-側頭部において後頭部の含有率と等しく、正常群が後-側頭部において後頭部よりやや優位である以外はすべて後頭部優位で

あり、その優位性はてんかん群において著明である。 $\beta_1 \cdot \beta_2$ の速波帯域では、後-側頭部の一部を除いては、すべて後頭部より優位であり、てんかん群において $\beta_1 \cdot \beta_2$ いずれもその優位性がつよい。 β_1 は中心回転部及び中-側頭部においてpeakがみられる。

2. 半球対称領野の同時導出脳波分析所見

検査対象としたてんかんは8名で、左側焦点性のもの4名(22~38才)、中心脳性のもの4名(27~52才)である。

左右対称部位の各帯域の含有率を比較検討するために、左大脳半球を基準として各対称部位における各帯域の左右に関する優位性について算出した。即ち右側の各帯域の含有率より左側の対称部位のそれを差引き、更にこれを左側の同部位の含

有率で割り、百分率を求めたものである。従って負の数字はその部位において、その帯域の成分が左側において右側より何%多いかを意味するものである。第5図はこの様にして求めたものである。

正常群についてみると、 $\delta \cdot \theta \cdot \alpha$ 帯域ではわずかに左側優位を示しており、 $\beta_1 \cdot \beta_2$ の速波帯域

では右側優位を示しているが、いずれにしてもその値は非常に小さく、個々の例についてみてもその殆んどが10%以内であり、10例の平均値にいたっては5%以内に含まれている。

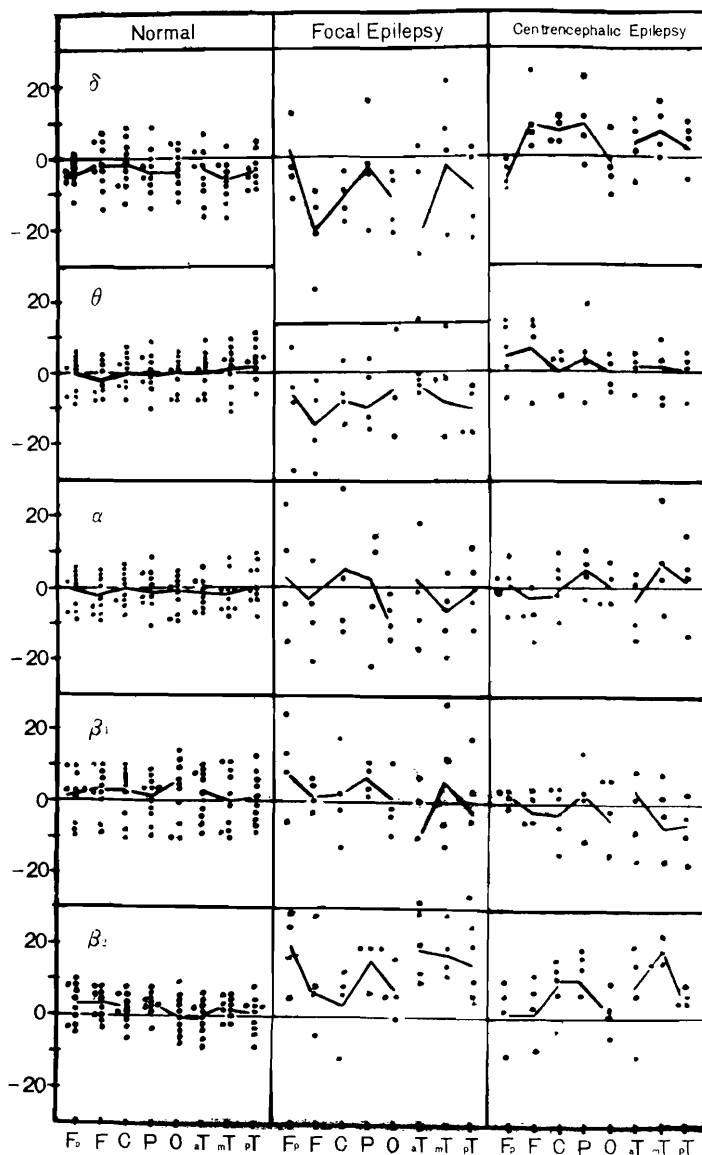
てんかん群では左側の focus のある部位は中側頭部・前頭部が各1例で、前頭部及び前側頭部のものが2例である。第5図のてんかんについてその含有率の左右の優劣をみると

前頭部では4例中3例 focus があるためか、 $\delta \cdot \theta$ 域の成分が左側（即ち focus 側）に優位となっており、4例の平均値（実線）においてみると、それぞれ-19.4%及び-14.8%と大きい値を示している。また中側頭部に focus をもつ1例、前側頭部にそれをもつ2例に $\delta \cdot \theta$ 帯域で共に左側優位、 α 帯域では前頭部・後頭部・中側頭部において左側優位となっている。

次に中心脳性のもの4例についての結果をみてみると、 $\delta \cdot \theta$ 帯域はいずれもやや右側優位であり、 α 帯域では前頭部・中心回転部・前側頭部において左側優位となっているがいずれにしろその殆んどが個々の例においても10%を越えず、その平均値は完全に10%以内であることがわかる。

考 按

後頭部を中心とした各導出部位別の帯域周波数成分の分布については第一図の如く、正常群では各領野とも α 帯域を peak とする単峰性をなし、てんかん群ではこの peak は著明でなくて平坦な丘状をなしている。杠葉¹⁾によると、 α 帯域においては10~13°/sにスペクトル密度の高い峰がみられ、8~9°/sは β_1 及び $\beta_2 \cdot \delta \cdot \theta$ に次いでスペクトルに密度が高いと述べている。てんかん群での丘状分布曲線は、正常群に比較して $\delta \cdot \theta$ 等の徐波成分の出現が大



第5図 半球対称部領野の帯域分布。正常脳波及び焦点性・中心脳性てんかん脳波において、左右大脳半球の各対称部位における帯域周波数成分の含有率について、左右両側の差を左大脳半球を基準として百分率を求めたものである。実線は全被検者の平均値を表わし、正数及び負数はそれぞれ右側及び左側優位を意味する。

きいことを意味している。即ち前頭極では δ 帯域成分が α 帯域のそれよりも大きく、また θ 帯域についてみても頭頂部・後頭部・後側頭部を除いてはすべて、 α 帯域の含有率に等しいか、それより大であり、 α 帯域の優位性が低く、正常群に比べると徐波成分が非常に大きな割合を占め、明らかにその異常性が認められる。前頭極及び前頭部において徐波の出現が大であるということは、artefactsを拾い易い部位だけに問題があるが、しかしながらほぼ同一条件で記録した正常群の含有率と比較する時は、明らかにてんかん群では大きいことがわかる。斯くの如く、まずてんかんではその基本波が種々の要素から成立っていることが推定される。このことはてんかん脳波の基本波について自動周期分析によって、正常人と比較した和田教授²⁾の報告によっても同様なことがみられる。

次に各帯域における含有率についての個人差をみると、第1図にみられる如く、正常群では α 帯域の個人差が大きく、 $\delta \cdot \theta$ 帯域に比べそのバラツキが大である。 $\delta \cdot \theta$ 帯域では $\beta_1 \cdot \beta_2$ 帯域に比しやや広いバラツキを示す傾向がある。この正常人における各帯域の出現の個人差の傾向は、赤羽³⁾による結果とほぼ一致した傾向を示している。

これに対しててんかん群では、 $\delta \cdot \theta$ 帯域で、最高～最低の含有率は52～7%及び53～10%であり α 帯域の61～9%に近い広範囲のものである。もともと α 帯域の個人差の大きいことは、通常脳波を視察により観察している際よく経験するところである。てんかん群における $\delta \cdot \theta$ の徐波帯域の個人差が大であることは、てんかんの性質、病変の程度経過等を考えると、各症例それぞれに大きな差異がある以上、その基本波においても差異が生じてくるのは予想しうるところである。

$\delta \cdot \theta$ 帯域では第2図の如く、共にてんかん群においてその含有率は大きく、後方になるに従って減少しており、また δ 帯域は正常群においては前方になるに従って後頭部に対する優位性が大となっているが、てんかん群ではむしろ減少する傾向がみられる(第4図参照)。このことはてんかん群において、 δ 帯域が前頭部に限らず、後頭部を含めた全領野に広く出現していることを物語るであろう。てんかん群では正常群に比べ、むしろ後方になるに従って δ 帯域が優位になってくる傾向

があるのは、赤羽³⁾による小児てんかんの分析結果と同じ様な傾向である。 θ 帯域については、てんかん群においてその含有率が多く、正常群と共に前頭においてpeakをもち、後頭部に対する優位性がてんかん群において大であることは、 θ 帯域成分が前方になるに従って著明に出現していることを現わしている。 α 帯域においては、てんかん群で後頭部の優位性が大であるが、これは正常群の様に各領野において広く α 波の出現がみられず後頭部にのみ出現する傾向が大であることを暗示している。第4図によると、中心回転部においては β_1 、中側頭部では $\beta_1 \cdot \beta_2$ のpeakがてんかん及び正常群にみられ、前頭にかけてその出現が増加している。このことは、 β 帯域が中心回転部及び側頭部或いはそれより前方にかけて好発するという知見⁴⁾⁵⁾⁶⁾に一致している。

次に左右両側大脳半球対称部位の同時導出分析結果について検討してみよう。第5図の正常群についてみると、 $\delta \cdot \theta \cdot \alpha$ 帯域ではわずかに左側優位で、 $\beta_1 \cdot \beta_2$ 帯域では右側優位となっているが個々の例ではその殆んどが10%以内で、その平均値では5%以内となっている。この程度の範囲内において左右差に特に意味はもたないと云えるであろう。後頭部の α 波は大体左右対称であるが、時により利き腕が左か右かによって非対称になると云われている。しかし本法では殆んどその差異は認められなかった。杠葉⁷⁾によると、正常脳波20例の平均スペクトル密度では、やはり殆んど左右の差異はみられず、また視覚機能に左右差は考えられないから、後頭部で左右対称であってもよく、運動機能には利き腕があるから、前中心回転にやや近い頭頂部の α 波に右側優勢があってもよいと思われると述べているが、我々の所見では差異は認められなかった。

次にてんかんについてみると、焦点性てんかんにおいては、focusのある左側及びそれが存在する部位において $\delta \cdot \theta$ 帯域が優位となっている。正常群に比べるとその優位性が大であるが、 α 帯域では著明な左右差はみられない。中心脳性では $\delta \cdot \theta \cdot \alpha$ 各帯域とも、その殆んどが10%以内にあり左右差のつよい傾向はみられない。したがって、てんかんにおいては焦点性のものではfocusを有する側に徐波成分が比較的優位にみられ、且つ

focus の部位においてその傾向が大きい。また中心脳性のものでは左右差は比較的少ないと云えよう。

以上、てんかん脳波の基本波の分析結果について考察したが、基本波というものについて考えてみるに、てんかん脳波においては年令と共に基本波の α 律動が著明になるにつれて、その間歇性異常脳波も一般に少なくなる傾向がある。即ち脳の電気生理学的発達過程を表現する基本波は、間歇性異常波とはある密接な関係があるものと考えられる。

基本波の異常性というものを考えると、和田教授⁸⁾によれば、汎発性の異常律動の脳波以外は、多かれ少なれ全局所あるいは一部局所に正常基本波（ないしは準基本波）が認められ、もし基本波律動が左右両大脳半球で各々異なる時は正常 α 律動に近い律動を示す側がより正常に近いと述べ更に基本波の異常性に関する判定規準についても記載している。また Gibbs⁹⁾らは脳波周期と年令との関係から基本波の異常所見を述べているが、これらの判定規準を参考に考察してみると、我々のてんかん脳波の基本分析結果は明らかにその異常性を示していると云える。

森¹⁰⁾によれば、てんかんの基本波の異常性は全体の約50%（とくに徐波傾向）にみいだされ、完全に發育した成人てんかんにおいても α 律動を中心とした基礎 pattern を示すものは約40%にすぎず、このような脳発達歪みをもたらすもっとも大きな原因は脳損傷（二次的脳損傷も含む）であり、脳波の pace-maker mechanism にも影響を与えるものとみなされ、基本波と発作波との間には特徴的な結びつきがあるという。更にまた教室の吉田¹¹⁾によれば、てんかん脳波 697 例中、安静時に基本波において48.2%に律動異常を認め、治療により発作波消失例には基本波の改善されるものが多く、発作消失例・発作減少例共に基本波の悪化するの少ない傾向がみられたと述べている。また堀¹²⁾によれば、多棘波或いは多棘徐波結合体を示した症例では、発作波と背景脳波の関係としてその基本波は正常な律動を示す場合が少なく、律動異常が約半数においてみられたと述べている。奥村ら¹³⁾は大発作型の間歇期における異常波の出現について言及し、大発作と最も関係ありとされる

棘波は異常例の1/3にしかみられず、安静時には意外に少なく、基本波の周期即ち徐波の存否が診断上相当の価値を占めると指摘している。

以上の諸研究は、いずれもてんかん脳波の基本波の異常性とその重要性を物語るにほかならない。本研究においてもこの点に着目して分析をおこなったわけであるが、てんかんの性質や臨床像と基本波との相関については更に詳しい分析と検討が必要であると思われる。

結 論

1) 正常人10例及びてんかん患者31例について2素子同時導出自動帯域周波数分析装置を用いてその脳波を分析し、前頭極・前頭部・前・中・後・側頭部における $\delta \cdot \theta \cdot \alpha \cdot \beta_1 \cdot \beta_2$ 各帯域の含有率を、50秒間の積分値により、算出して比較検討した。

2) 後頭部を中心とした各導出部位別の各帯域の周波数成分についてみると、正常群では、 α 帯域の含有率が最も多く、次いで $\theta \cdot \beta_1 \cdot \delta \cdot \beta_2$ 帯域の順位を示す傾向がみられ、これらの分布曲線 α 帯域を peak とする単峰性である。てんかん群では $\alpha \cdot \delta$ 及び θ 帯域の含有率は導出部位により、 α 帯域に比べて $\delta \cdot \theta$ 帯域は等しい値をとったり、或は高い値または低い値を示し、その分布曲線は平坦な丘状を描く。また、各領野の各帯域の含有率は、徐波成分はてんかん群に多いが、その部位は正常群と共に前頭に多く後頭になるに従って減少する。更にまた、後頭部に対する各領野の帯域成分の優位性は、正常群では α 帯域が著明に後頭部に優位で、てんかん群では更に優位性がつよい。

3) 左右両側大脳半球対称部位における各帯域の含有率の差異については、正常群では左右の差異は各領野とも極めて少ない。焦点性のてんかん群では、焦点側に δ 及び θ の徐波帯域成分が優位にみられる。中心脳性のてんかん脳波群では、焦点性のものに比べると、左右の差異は少なく平均値は各領野とも10%以内の値である。

文 献

- 1)・7) 紅葉竹二：正常脳波の自己相関曲線とそのスペクトル密度について。精神経誌，62：902，

- 1960.
- 2) 和田豊治：脳波からみたてんかんとその境界域に関する総括的考察。精神医学, 51 : 185, 1963.
 - 3) 赤羽 晃：帯域周波数分析による小児てんかん脳波の研究。精神経誌, 62 : 1487, 1960.
 - 4) 清水健太郎他：脳波入門。南山堂, 東京, 1963.
 - 5) 佐野圭司：脳波による神経系疾患の診断。神経研究の進歩, 1 : 21, 1956.
 - 6)・8) 和田豊治：臨床脳波。金原, 東京, 1958.
 - 9) Gibbs F.A. & Gibbs, E.L. Gibbs Atlas., 82 & 110, 1950.
 - 10) 森 温理：てんかんの基礎波と発作性異常との関係。臨床脳波, 4 : 106, 1962.
 - 11) 吉田啓迪：てんかんの臨床・脳波像。精神経誌 64 : 1173, 1962.
 - 12) 堀 浩：脳波 Multiple spike および Multiple Spike-and-Wave complexとその臨床。精神経誌 61 : 1474, 1959.
 - 13) 奥村修三他：てんかんの脳波。脳と神経, 7 : 39, 1955.