

植物をみたときの脳波特性に関する研究 —色彩と脳波の関係—

三島孔明・藤井英二郎
(環境植栽学研究室)

Studies on the Characteristics of Electroencephalogram of a Person Inspecting a Plant —The Relation between Color and Electroencephalogram—

Koumei MISIMA and Eijiro FUJII
(Laboratory of Planting Design)

ABSTRACT

We investigated the electroencephalogram inspecting the color clothes of yellow, green, white, blue, black, red, purple, and gray covering most range of view to analyze the sight-psychological effects of a plant. The quantity of alpha rhythm is proportional to the quantities of the beta and the theta rhythms at most colors. The correlation coefficients between the alpha and the beta rhythms and between the alpha and the theta rhythms are high at yellow in both sexes, and, on the contrary, low at gray between the alpha and the theta rhythms. Therefore, we could say that the individual differences of visual impression are less at yellow and more at gray than at other colors. Comparing the lean of regression line between the beta rhythm to the alpha and the theta to the alpha, the lean of the beta to the alpha is larger than that of the theta to the alpha at most colors. It means that alpha rhythm largely increases with the increment of theta, but not so much with the beta. Comparing the lean of a regression line at each color between the male and the female, the lean of the beta to alpha is larger in the female than in the male at green, blue, and white. And, the lean of the theta to the alpha is larger in the male than in the female at yellow, white, and black. We cannot discuss further about the meanings of differences in the theta rhythm at present because of the lack of the research. But, the situation of the male inspecting green or blue is considered to be less strained than the female depending on the general findings about the alpha and the beta rhythms.

1. 課題

植物やそれを主な構成要素とする緑地には、人々をリラックスさせる心理的効果があるとされる。この心理的効果についての研究は、いわゆる意識調査と呼ばれるアンケート調査などを中心として進められてきたが、こうした方法ではさらに問題の本質に迫ることが困難な状況にあると言ってよいであろう。

そこで筆者らは、植物のもつ心理的効果を脳波によって解析しつつあり、ここでは植物がもつ視覚的な構成要素の一つである色に着目し、色彩と脳波の関係について基礎的な検討を加えることとした。なお、この研究は日産科学振興財団の補助を受けている。

2. 研究方法

(1) 視覚対象

色と脳波の関係について調べる方法はいくつか考えられるが、本研究では被験者の反応を同一の環境条件の下でみられるよう室内実験によって進めることとした。

色は大きく光源色と物体色に分けられるが、本研究では植物の色が物体色であることから、物体色を視覚対象とすることにした。色の呈示方法は、できる限り形状を感じさせず、色のみが刺激となるよう被験者の視野一杯に広がる色布を用いることとした。生地としては、質感の影響が少なくなるよう綿のブロードを選んだ。

視覚対象とする色は、代表的な色であり、また表色系内においてまんべんなく散らばるものとして、有彩色の

赤, 黄, 青, 紫と無彩色の白, 灰, 黒の合計8色を用いることにした。これらの色布のL*a*b*表色系における色度は, 色彩色差計 (MINOLTA, CR-110) を用いて測定した。その結果を第1表に示す。

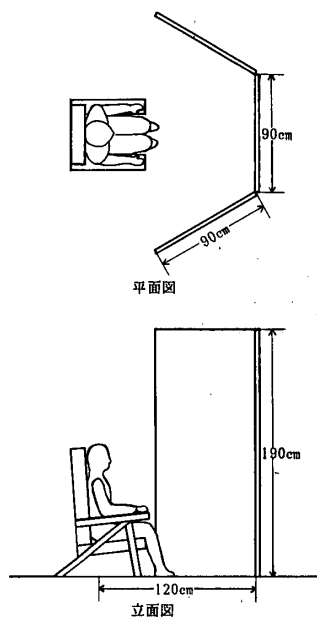
色を呈示する順序は乱数表によって決め, 黄, 緑, 白, 青, 黒, 赤, 紫, 灰の順とした。また, この順序はどの被験者においても同様である。

(2) 実験装置

被験者は実験室の安楽椅子 (EEG チェア) に座り, その被験者の前に色布を掛ける白色板の衝立てを設置した (第1図)。色布は, 90 cm×120 cm のものを3枚つないで270 cm×190 cm の大きさにし, 上部にフックを取り付け, その衝立てに掛けるようにした。白色板の中央と被験者の視点との距離は, 色布が被験者の視野一杯に広

第1表 L*a*b*表色系における各色布の色度

パラメーター 対象色	L*	a*	b*
黄	86.03	-7.29	80.44
緑	48.69	-38.39	18.78
白	86.28	-6.33	0.71
青	29.92	-8.47	-40.73
黒	13.69	-2.16	0.70
赤	37.26	58.80	38.61
紫	29.19	22.37	-24.07
灰	52.88	-7.37	-2.40



第1図 実験風景図

がるよう120 cmとした。また, 被験者には脳波計等の機械類が見えないように, 被験者の両脇にはアコーディオンカーテンを設置した。

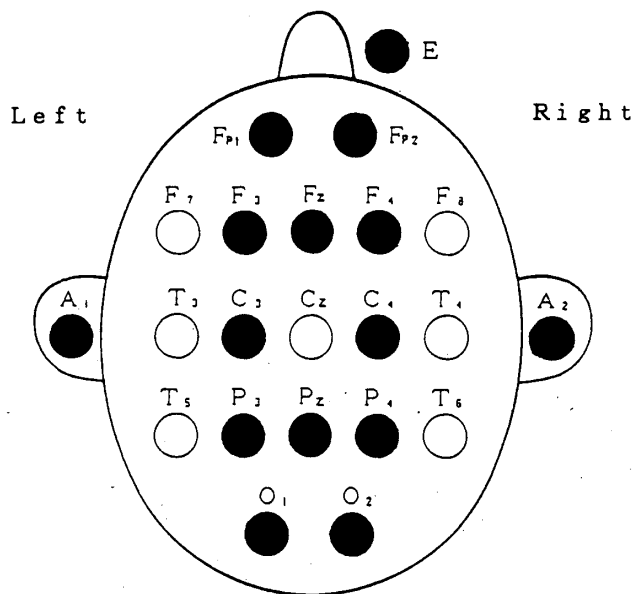
実験室の照明は, 演色性の高い色評価用蛍光灯 (東芝 FL40S W-EDL-50K/NL) を使用した。また, 照度は被験者の目の高さで500 Lux 以上あるように調節した。

(3) 脳波の測定及び記録

脳波の測定には脳波計 (日本光電, EEG-5313) を用い, 国際式 10-20 法における FP₁, FP₂, F₃, F₂, F₄, C₃, C₄, P₃, P₂, P_z, O₁, O₂ の12電極を活性電極とし, 耳朶を不関電極とした単極誘導法で行った (第2図)。なお, この際の測定条件は時定数 (time constant) 0.3秒, 高域フィルター (hi cut) 60 Hz, 感度 (gain) 1, 紙送り速度 (paper speed) 3 cm/秒である。実験中の被験者の様子は被験者前方の衝立て上方に設置した CCD カメラによって観察し, 脳波とともに EEG フォーマッター (日本光電, VY-210B) を介してデータレコーダー (ビクター, HR-S 7000) に記録した。

(4) 被験者

被験者は千葉大学園芸学部の学生30名 (男性15名, 女性15名) で, 年齢は20~26歳である。これらはいずれも健康であり, 色弱や色盲のような色覚異常のない者である。



第2図 国際10-20法による電極位置 (●: 本研究における電極位置)

実験にあたって、被験者には前もって実験手順を説明し、あわせて故意に体を動かしたり、力を入れたり、歯を食いしばったりしないこと、また開眼中はまばたきは少ない方がよいこと等を注意した。

(5) 実験手順

実験は、はじめに色布を掛けない白色板の衝立てに対して行い、黄、緑、白、青、黒、赤、紫、灰の色布、最後にまた白色板の衝立てに対して行って実験終了とした(第3図)。白色板に対しては、閉眼安静状態30秒間、開眼安静状態30秒間の順で脳波を記録し、色布に対しては色布を衝立てに掛け、被験者の脳波が安定したところで合図を送って眼を開けてもらい、開眼状態20秒間、閉眼状態20秒間の順で脳波を記録した。閉眼状態20秒間の記録が終わった時点で合図を送り、被験者には眼を閉じたままで待ってもらい、この間に次の色布に取り替えた。これを8種類の色布それぞれに対して行った。

(6) 解析方法

解析には、各色布に対する反応が最もよく現れていると思われる開眼直後5秒間のデータをもとに、処理装置(日本光電、ATAC-3710)によって α 波(周波数8~12.8Hz)、 β 波(13~25.4Hz)、 θ 波(4~7.8Hz)の出現量(12電極の合計値)を求め、解析した。なお、解析対象とした5秒間は、今回使用した処理装置で解析できる最短時間である。

3. 結果及び考察

(1) 各色に対する α 波、 β 波、 θ 波の総量の関係

1) α 波と β 波の関係

各色をみたときの α 波と β 波の総量を全被験者について図示すると、第4図のようになる。いずれの色においても α 波と β 波の間には比例的な関係がみられ、それらの相関係数は0.85(黄、白)~0.62(黒)と比較的高い値になっている(第2表)。これを男女別に検討すると、男性では黄、紫、赤、灰、緑、白において相関係数が0.78~0.65と比較的高く比例的な関係がみられるが、青と黒では相関係数が0.48, 0.49とあまり高くない。一方、女性についてみると、各色の相関係数は0.89~0.66であって、男性で相関係数の低かった黒、青を含む全ての色において比例的な関係がみられる。また、各色ごとに男女の相関係数を比較すると、赤、黄、紫、灰では男女間に大きな差がみられないが、青、白、緑、黒では女性の相関係数が男性に比べてかなり高い値になっている。

次に、各色における α 波に対する β 波の回帰直線を求め、その傾きをそれぞれの標準誤差の範囲を含めて比較

第2表 各色における α 波- β 波、 α 波- θ 波、 β 波- θ 波の相関係数

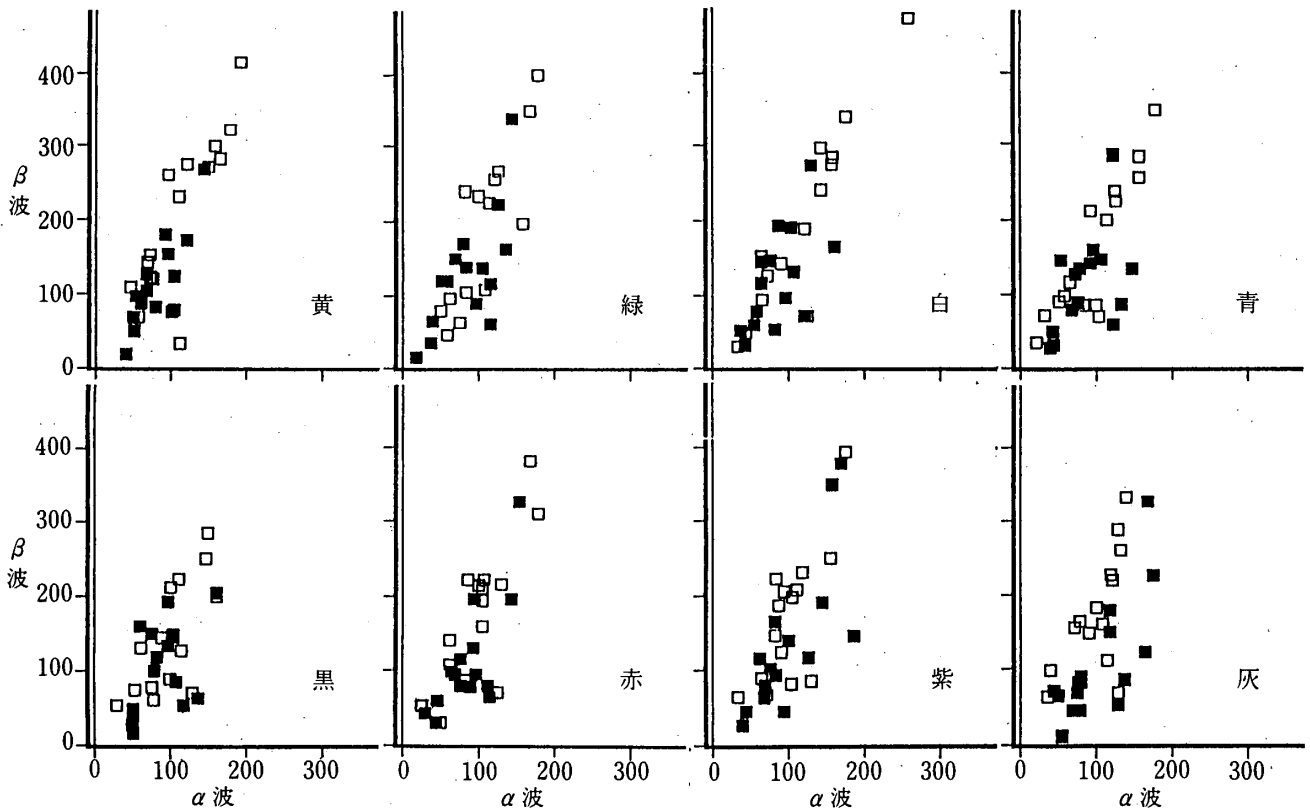
		黄	緑	白	青	黒	赤	紫	灰
α 波- β 波	全体	0.85	0.80	0.85	0.75	0.62	0.78	0.73	0.63
	男性	0.78	0.69	0.65	0.48	0.49	0.75	0.75	0.74
	女性	0.84	0.85	0.89	0.89	0.70	0.80	0.73	0.66
α 波- θ 波	全体	0.74	0.77	0.67	0.60	0.55	0.69	0.72	0.45
	男性	0.79	0.73	0.73	0.61	0.63	0.72	0.77	0.48
	女性	0.75	0.66	0.76	0.68	0.48	0.65	0.68	0.43
β 波- θ 波	全体	0.57	0.53	0.52	0.44	0.30	0.48	0.55	0.46
	男性	0.40	0.37	0.25	0.27	0.16	0.43	0.46	0.46
	女性	0.71	0.56	0.83	0.72	0.55	0.51	0.62	0.47

閉眼 (30秒)	閉眼 (30秒)	閉眼	開眼 (20秒)	閉眼 (20秒)	閉眼	開眼 (20秒)	閉眼 (20秒)	閉眼
開始前		取替	黄		取替	緑		取替

閉眼 (20秒)	閉眼 (20秒)	閉眼	開眼 (20秒)	閉眼 (20秒)	閉眼	開眼 (20秒)	閉眼 (20秒)	閉眼	開眼 (20秒)	閉眼 (20秒)
白		取替	青		取替	黒		取替	赤	

閉眼	開眼 (20秒)	閉眼 (20秒)	閉眼	開眼 (20秒)	閉眼 (20秒)	閉眼	開眼 (30秒)	閉眼 (30秒)
取替	紫		取替	灰		取替	終了後	

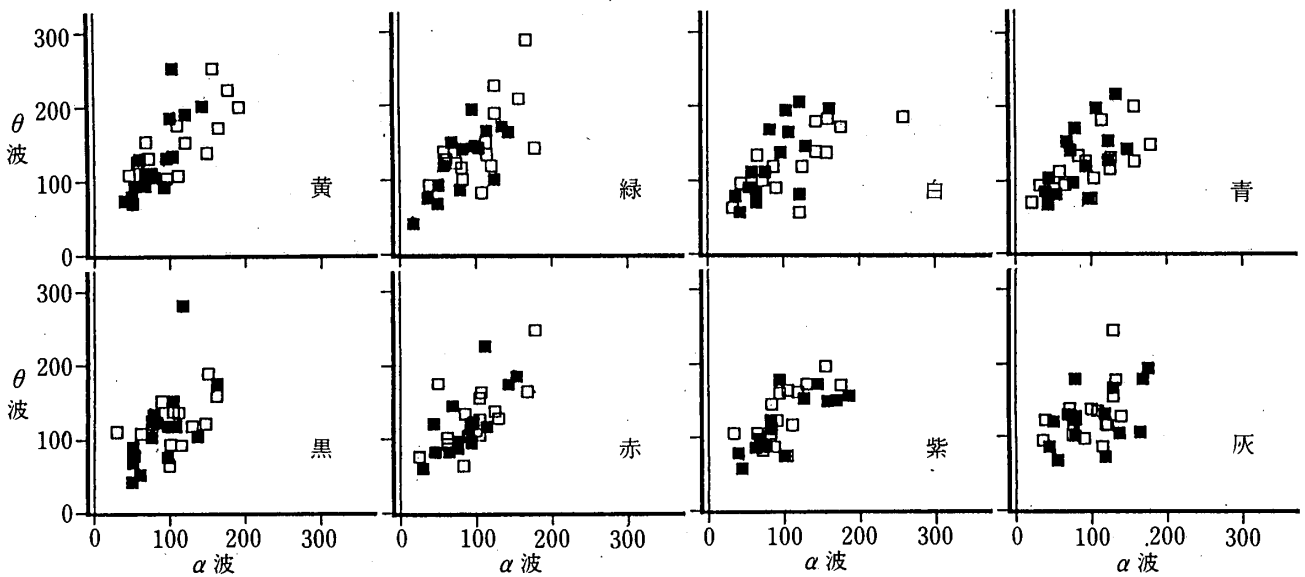
第3図 実験手順



第4図 各色におけるα波とβ波の関係

注1) 単位はすべてμV

2) ■は男性, □は女性を表す



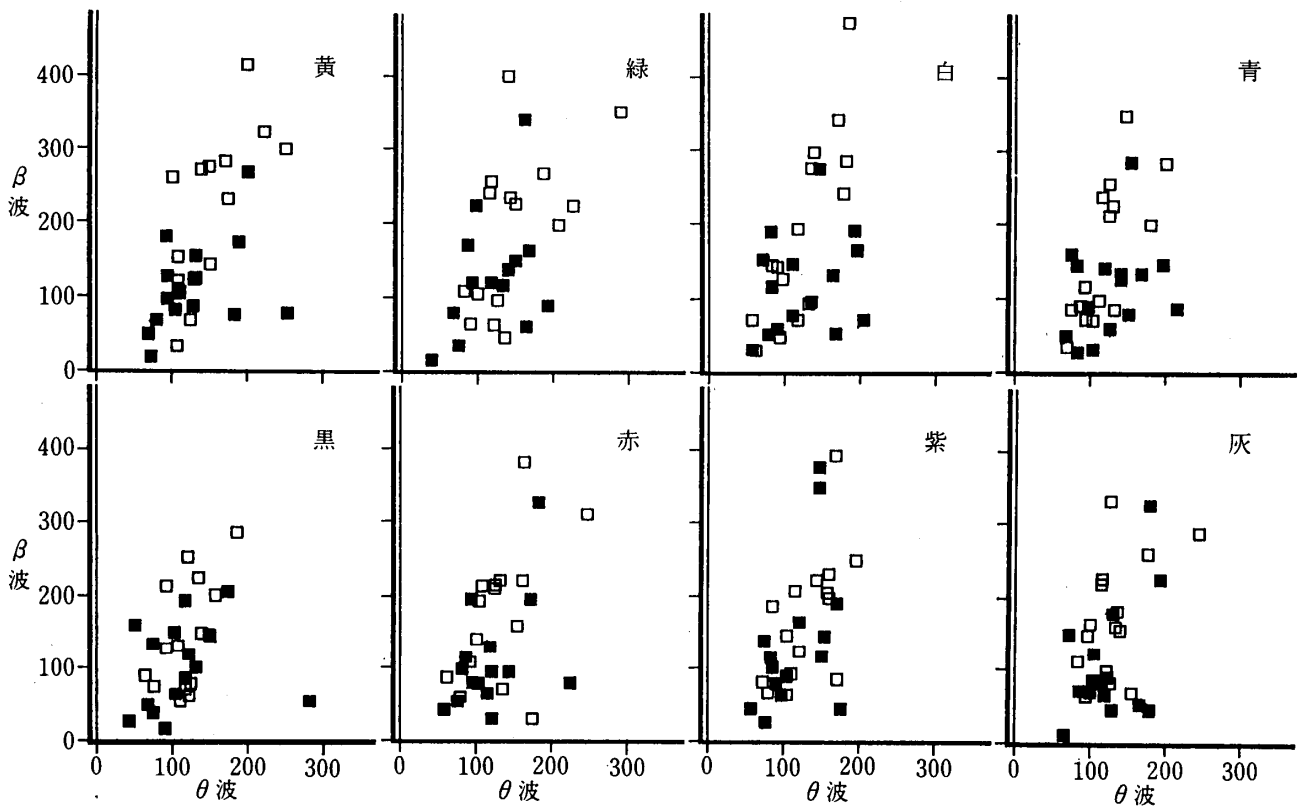
第5図 各色におけるα波とθ波の関係

注1) 単位はすべてμV

2) ■は男性, □は女性を表す

すると(第7図), 全被験者の場合, 黒の傾きが他の色に比べてやや小さくなっており, 傾きの大きい黄や緑, 白赤との間には比較的大きな差がみられる。また, 傾きを男女別に検討すると, 男性では青, 黒, 白の傾きが他に

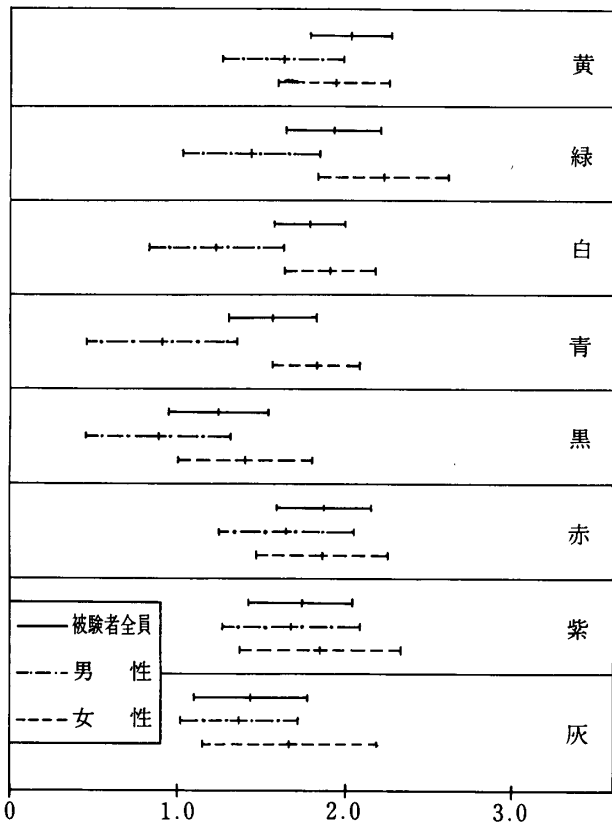
比べてやや小さい傾向がみられるものの標準誤差の範囲を含めて比較すると他の色との間に大きな差はみられない。一方, 女性では黒の傾きがやや小さく, 傾きの大きい緑との間には大きな違いがみられる。従って, 黒では



第6図 各色におけるβ波とθ波の関係

注1) 単位はすべて μV

2) ■は男性, □は女性を表す



第7図 各色におけるα波とβ波の回帰直線の傾きとその標準誤差

男女ともに回帰直線の傾きが小さい傾向があるものといえよう。

また、各色ごとに男女の傾きを比較すると、全ての色において女性の方が男性より大きくなる傾向があり、とりわけ青、白、緑では女性の傾きが男性を大きく上まわり、男女差がはっきりしている。

次に、 α 波、 β 波それぞれの値の分布範囲についてみると(第4図)、どの色においても α 波はおよそ $200\mu V$ 以下にほとんどの被験者が分布するのに対して、 β 波は低いものでおよそ $300\mu V$ (黒)、高いものではおよそ $500\mu V$ (白)までと、 α 波に比べてより広い範囲に分布している。これを男女別にみると、 α 波では男女とも全ての色でおよそ $200\mu V$ 以下に分布しており男女差はみられないが、 β 波では男女差がみられる。すなわち、男性では多くの色においておよそ $300\mu V$ まで広がっており、その分布の偏りをみると灰において分布が広がる傾向がみられるものの、ほとんどの色ではほぼ $200\mu V$ 以下に偏って分布する傾向がみられる。一方、女性では β 波の上限が低いものでおよそ $300\mu V$ (黒)、高いものではおよそ $500\mu V$ (白)であり、男性に比べて分布範囲がより広がる傾向がある。ただし、灰では β 波の分布範囲でも α 波同様男女差はほとんど見られない。そして、灰ではむしろ図で明らかかなように β 波の値が男性に比べて女

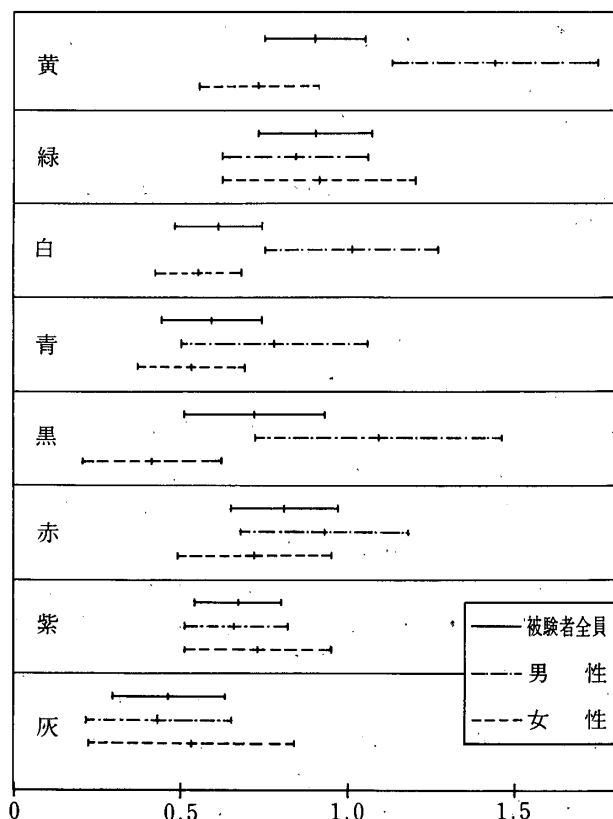
性で高い値を示し、男女差は分布範囲でなくその値の高低にみられる傾向がある。

2) α 波と θ 波の関係

各色をみたときの α 波と θ 波の総量を全被験者について図示すると、第5図のようになる。ほとんどの色において α 波と θ 波の間には前述の α 波と β 波の関係と同様比例的な関係がみられ、それらの相関係数は 0.74 (黄) ~ 0.60 (青) となっている (第2表)。ただし、灰と黒では相関係数が 0.45, 0.55 と低い値を示している。また、 α 波と θ 波の関係を男女別に検討すると、男性では被験者全員の場合と同様、相関係数が 0.48 と低い灰以外の色では比例的な関係がみられる。一方、女性では灰に加えて黒においても相関係数が低くなるが、そのほかの色では男性同様比例的な関係がみられる。

これらのことから、 α 波と β 波同様、 α 波と θ 波の間でもほとんどの色において男女とも比例的関係がみられることがわかる。しかし、灰では男女ともにその相関係数が低く、また黒では女性の相関係数が低くなり、他の色ほどの比例的関係はみられなかった。

次に、各色における α 波に対する θ 波の回帰直線を求め、その傾きをそれぞれの標準誤差の範囲を含めて比較



第8図 各色における α 波と θ 波の回帰直線の傾きとその標準誤差

すると、被験者全員では灰、青、白の傾きが他に比べて小さくなっており、傾きの大きい黄、緑との間には比較的大きな差がみられる (第8図)。また、灰と赤との間にも大きな差がみられる。これを男女別にみると、男性では被験者全員の場合と同様その傾きは灰で最も小さく、逆に黄で最も大きくなり、それらの差は被験者全員の場合に比べてはるかに大きい。従って、最も傾きの小さい灰に比べると、黄は無論のこと、それに続く黒や白赤などとの間にも大きな差がみられる。また一方、傾きの最も大きい黄に比べると、灰に続いて傾きの小さい紫や青、緑などとも大きな差がみられる。次に、女性についてみると各色の傾きに男性ほどの違いはみられず、傾きの最も小さい黒と最も大きい緑との間に比較的大きな差がみられるだけである。また、各色ごとに男女の傾きを比較すると、黄、白、黒において男性の傾きが女性を大きく上まわり、男女の差が明らかである。

α 波の分布範囲についてはすでに前項で述べたので θ 波の範囲についてみると (第5図)、多くの色では α 波同様およそ $200 \mu V$ 以下に分布するが、黄や緑でその分布がより広がる傾向がみられる。これを男女別にみると、男性では黄でやや広がる傾向があるだけで、緑は他の色同様ほぼ $200 \mu V$ 以下に分布している。一方、女性では黄、緑ともに $200 \mu V$ 以上に広がる傾向を示し、その他の色は男性同様ほぼ $200 \mu V$ 以下に分布する。従って、 θ 波の分布範囲はほとんどの色で α 波同様ほぼ $200 \mu V$ 以下であるが、黄では男女ともに、また緑では女性のみで分布が $300 \mu V$ まで広がる傾向がみられた。

3) β 波と θ 波の関係

各色をみたときの β 波と θ 波の総量を全被験者について図示すると第6図のようになり、前述の α 波と β 波、 α 波と θ 波の関係に比べて被験者の分布のばらつきがより大きいことがわかる。従って、第2表のようにほとんどの場合相関係数は低い値になっている。こうした全体的傾向のなかで、女性の白、青、黄では相関係数が 0.83 ~ 0.71 と他の色に比べて高く比例的な関係がみられる。以上のように、 β 波と θ 波ではほとんどの色でその相関係数が低いことから、それらの回帰直線の検討は省略する。

また、 β 波と θ 波の分布範囲をみると、緑では β 波、 θ 波ともに男性より女性の方がより高い値まで分布し、また、その他の色では θ 波の分布範囲は男女ともほぼ同じであるのに対して、 β 波では男性より女性の方が高い値まで分布する傾向がある。

4) まとめ

以上のように今回対象とした8色の色布を見た直後5秒間の脳波のうち、 α 波と β 波、 α 波と θ 波の量 (12 電

極の合計)にはほとんどの色において比例的関係がみられた。このことは、ある色を見たときの脳波を構成する α 波と β 波、ないしは α 波と θ 波の割合が多くの人でほぼ一定であることを意味している。しかもこれらの割合は、後述するいくつかの色を除く多くの色でその回帰直線の傾きに大きな差が見られないことから、かなりの色で類似していることになる。この一定した割合が意味する内容については、今後被験者一人一人の各色に対する反応などを検討した上で考察したい。

次に各色における α 波と β 波、 θ 波の相関係数をより細かく検討すると、黄では男女ともにそれらの相関係数が高くなった。これは黄を見たときの α 波と β 波、 θ 波の割合が、男女それぞれにおいて被験者間にばらつきが小さく、黄に対する反応に個人差が少ないことを意味している。また、白と青は女性で α 波と β 波、 α 波と θ 波の相関係数が共に高く、赤と紫は男性で比較的高い傾向がみられた。従って、これらの色では男女それぞれの中で反応に個人差が少ないものと考えられる。これらに対して、灰に対する α 波と θ 波の相関係数は男女ともに低く、また青では α 波と β 波、 α 波と θ 波ともに男性の相関係数が低いものとなった。従って、これらの色に対する反応は上述の色とは逆に男女ともに、あるいは男性の中で個人差が大きいものと言えよう。

α 波に対する β 波、 α 波に対する θ 波の回帰直線の傾きについてみると、ほとんどの色で男女とも α 波に対する β 波の傾きが α 波に対する θ 波の傾きに比べて大きくなった。このことは、 α 波は β 波が増加してもあまり増えないが θ 波が増容すると大きく増えることを示しており、 α 波は β 波が多く出ている状態では出にくく、 θ 波が多い状態で出やすいことを意味している。 β 波の多い状態で α 波が少ないことは、 β 波が緊張状態にあるとき多く発生し、逆に α 波が安静時に多く出るという一般傾向と合致するものである。これに対して、上述の α 波と θ 波の関係はこれまでの報告にはなく、新たな知見として興味深いものである。

次に、各色ごとに回帰直線の傾きのより細かな傾向を男女で比較すると、青、白、緑では α 波に対する β 波の傾きが女性で大きく、男性で小さくなった。また、 α 波に対する θ 波の傾きは黄、白、黒で男性が大きく、女性が小さくなった。これらのことから、白では α 波に対する β 波の割合が女性に比べて男性で低く、また α 波に対する θ 波の割合は男性に比べて女性で低くなることになる。また、黄と黒では α 波に対する β 波の発生割合に男女差がみられないものの、 α 波に対する θ 波の割合では男性より女性の方が低いことになる。さらに緑と青では、 α 波と θ 波の発生割合には男女差がみられないもの

の、 α 波に対する β 波の割合では女性より男性の方が低くなることになる。

これらの傾向の中で、男女で α 波に対する θ 波の発生割合に大きな違いがみられる黄、白、黒については、現時点で θ 波の意味や α 波と θ 波の関係がほとんど研究されていないことからさらに検討することは困難である。しかし、緑と青でみられた性差については、前述した α 波や β 波の一般的傾向を合わせ考えると、これらの色をみたとき男性は女性に比べてより緊張感が少ない状態にあるものと考えられる。

4. 摘要

植物のもつ心理的効果について調べるために、植物の視覚的構成要素の一つである色と脳波の関係について分析した。視覚対象として色布を用い、黄、緑、白、青、黒、赤、紫、灰の順に被験者に呈示し、それぞれの対象物を見ておときの α 波、 β 波、 θ 波の発生量を比較検討した。その結果、ほとんどの色において α 波と β 波、 α 波と θ 波の間には比例的関係がみられた。このことは、ある色を見たときの脳波を構成する α 波と β 波、ないしは α 波と θ 波の割合が多くの人でほぼ一定であることを意味している。各色における α 波と β 波、 θ 波の相関係数を検討すると、黄では男女ともにそれらの相関係数が高く、逆に灰では α 波と θ 波の相関係数が男女とも低くなった。このことは、黄を見たときの α 波と β 波、 θ 波の割合が男女それぞれにおいて被験者間にばらつきが少なく反応に個人差が少ないことを意味しており、逆に灰をみたときは男女とも α 波と θ 波の割合に個人差が大きいことを意味している。次に α 波に対する β 波、 α 波に対する θ 波の回帰直線の傾きについてみると、ほとんどの色で男女とも α 波に対する β 波の傾きが α 波に対する θ 波の傾きに比べて大きくなった。このことは、 α 波は β 波が増加してもあまり増えないが θ 波が増加すると大きく増えるようになることを示しており、 α 波は β 波が多く出ている状態では出にくく、 θ 波が多い状態で出やすいことを意味している。青、白、緑では α 波に対する β 波の傾きが女性で大きく、男性で小さくなった。また、 α 波に対する θ 波の傾きは黄、白、黒で男性が大きく、女性が小さくなった。黄、白、黒については、現時点で θ 波の意味や α 波と θ 波の関係がほとんど研究されていないことからさらにその意味を考察することは困難である。しかし、緑と青でみられた性差については、 α 波や β 波の一般的傾向を合わせ考えると、これらの色をみたとき男性は女性に比べてより緊張感が少ない状態にあるものと考えられる。