

ERG off 応答急峻部の臨床応用 (II)

一仮性同色表により誤分類される先天性赤緑色覚異常者の ERG 所見—(図2, 表2)

花崎 秀敏・斎藤 友護 (金沢大学医学部眼科学教室)
仲里 博彦・河崎 一夫The ERG Rapid Off-response in Cases of Congenital
Red-Green Color Deficiency Erroneously
Classified with Pseudoisochromatic PlatesHidetoshi Hanazaki, Yugo Saitoh, Hirohiko Nakazato
and Kazuo Kawasaki

Department of Ophthalmology, School of Medicine, Kanazawa University

要 約

各種の色覚検査による分類判定が不統一な先天性赤緑色覚異常者について、その色覚一般検査結果および ERG 所見を検討した。分類判定が不統一な症例は、protan 32例中5例および Pigmentfarbenanomalie (以下 PFA と略す) 6例中1例に認められ、これらにおいて ERG off 応答急峻部の log S.Q.はいずれも protan の範囲にあり、明確に分類することができた。ERG off 応答急峻部の S.Q.を用いれば、色覚一般検査での分類判定が不統一な症例においても明確に分類可能であり、PFA をも含めた先天性赤緑色覚異常の他覚的診断法として、S.Q.は有用であると言える。(日眼 92:658—662, 1988)

キーワード: 赤緑色覚異常, 網膜電図, off 応答, 仮性同色表, 分類判定

Abstract

We studied the sensitivity quotient (S.Q.= S_{500}/S_{600} or S_{480}/S_{620}) of the electroretinographic rapid off-response in six cases of congenital red-green color deficiency erroneously classified with pseudoisochromatic plates. Five out of 32 protan subjects and one case of protan-type pigment color anomaly were classified as deutan with some pseudoisochromatic plates. All of 43 deutan subjects were classified correctly with pseudoisochromatic plates. The S.Q. in the erroneously classified cases mentioned above were within the S.Q. range of protans. The S.Q. is useful for classification of the type of congenital red-green color deficiency. (Acta Soc Ophthalmol Jpn 92:658—662, 1988)

Key words: Red-green color deficiency, Electroretinogram, Off-response, Pseudoisochromatic plates, Classification

I 緒 言

先天性赤緑色覚異常の診断において、石原表をはじめとする各種仮性同色表は異常者の検出という点にお

いては非常に有用であるが、異常の型分類に関してはその結果が不確実なことがあり、分類判定にはアノマロスコープを用いるべきであることがこれまでに指摘されている^{1)~3)}。しかしながらアノマロスコープを備

別刷請求先: 920 金沢市宝町13-1 金沢大学医学部眼科学教室 米村 大蔵 (昭和62年11月13日受付)

Reprint requests to: Daizo Yonemura, M.D. Dept. of Ophthalmol., School of Med., Kanazawa Univ.
13-1 Takara-machi, Kanazawa 920, Japan

(Accepted November 13, 1987)

えていない眼科外来においては、仮性同色表の所見のみから分類判定されていることが懸念される。

本報では、過去7年間に当科を受診した先天性赤緑色覚異常者の中から、各種仮定同色表の検査結果がアノマロスコープによる分類判定と対応しない症例を選び出し、その色覚一般検査結果およびERG off 応答急峻部の所見について検討を加え、先天性赤緑色覚異常の診断における注意点および off 応答急峻部の色覚検査における有用性について考察する。

人眼 ERG 諸波のうちで、off 応答急峻部は主に錐体電位で構成される^{4)~6)}ので、先天性赤緑色覚異常の他覚的診断に応用可能であり、これまでに著者らは、先天性赤緑色覚異常者^{7)~9)}のみならず、先天性赤緑色覚異常の保因者¹¹⁾¹²⁾や Pigmentfarbenanomalie (以下 PFA と略す)¹³⁾における off 応答急峻部の所見に関して報告した。

II 対象および方法

対象は、昭和55年4月から62年6月までの間に当科を受診した先天性赤緑色覚異常者のうち、色覚一般検査およびERG off 応答急峻部の測定を行い得た81例であり、うちわけは protan 32例、deutan 43例、および PFA 6例である。年齢は9歳から25歳の間にあった。なお仲里ら⁹⁾による色覚正常者 S.Q. の測定値を比較対照とした。

方法は、石原著の半田屋製総合色盲検査表（発行年

度無記載）、石原表国際版38表版（1984年版）、石原・大熊表（1977年版）、TMC（1967年版および1983年版）、AOH-R-R（第2版）、S.P.P.（第1版第1刷、1978年発行）の6種の仮性同色表およびナイツァノマロスコープ OT、市川式ランタン、Farnsworth Panel D-15 を用い、それぞれの使用説明書に定められている条件のもとに色覚一般検査を行った。次に各症例ごとに ERG off 応答急峻部の分光感度を測定し、長短2波長における分光感度比の対数値 $\log S.Q.$ を求めた。ERG 記録方法は前報⁷⁾⁸⁾に準じた。著者ら⁹⁾は、S.Q. を求める際に原則として基準電位 $20\mu V$ での480nm と620nm の2波長における分光感度を用いてきたが、第1異常では長波長域における感度が低く、620nm の刺激において $20\mu V$ の振幅を得ることのできない症例があるので、そのような症例に限って500nm と600nm の2波長における分光感度比を S.Q. として採用した。

III 結 果

対象とした81例中6例において、各種の仮性同色表による分類判定がアノマロスコープによる分類と異なっていた。表1にこれら6例の色覚検査結果を示す。症例1はアノマロスコープ検査で protanopia と判明し、半田屋製石原表、石原・大熊表、S.P.P. でも protan と判定されたが、TMC では deutan と判定された。なおこの症例は二色型ではあるが Panel D-15 を pass しランタンテストに fail したので、馬嶋の社会適性判定

Table 1 Results of psychophysical examination for color vision. The numerals in the top of each column mean the case number. P and D mean protan and deutan respectively. Oblique line means that the examination was not performed. The numerals in the line of Lantern test mean the number of errors.

	1	2	3	4	5	6
石原 (半田屋) (国際版)	P strong	D mild	D mild	D mild	D mild	D strong
TMC	D 中	P 弱	D 強	D 弱	D 弱	P 強
石原・大熊	P 軽	微度異常	D 中	D 軽	微度異常	D 軽
H-R-R	分類不能	D mild	D medium	分類不能	P mild	P mild
S. P. P	P	P		P	正常	P
ランタン	6	1	0	3	0	6
D-15	pass	pass	pass	pass	pass	pass
A. Q.	$\infty \sim 0$ (P)	0.19	0.55	0.24~0.17	0.24~0.10	1.18~1.00
程度判定	中	弱	弱	弱	弱	中

Table 2 Results of classification plates of six pseudoisochromatic plates. Numerals surrounded with single circle mean that these numerals were read correctly. Numerals surrounded with double circles mean that these numerals were read more clearly than numerals surrounded with single circle. Oblique line in the column of A.O.H-R-R means that the symbol was named and located correctly. Oblique line in the column of S.P.P. means that the examination was not performed.

症	石原総合色盲検査表				T.M.C. (分類表)			A. O. H-R-R									
例	16	17			1	2	3	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	2 ⑥	4 ②			2 2	⑥ 6	⑤ 5	○	△	△	○	×	△	○	△	×	△
2	② ⑥	④ ②			② ②	⑥ ⑥	⑤ ⑤	○	△	△	○	×	△	○	△	×	△
3	② ⑥	④ ②			② 2	⑥ 6	⑤ 5	○	△	△	○	×	△	○	△	×	△
4	② ⑥	④ ②			② ②	⑥ ⑥	⑤ ⑤	○	△	△	○	×	△	○	△	×	△
石原表国際版																	
	22	23	24	25													
5	② 6	④ ②	③ ⑤	⑨ ⑥	② ②	⑥ 6	⑤ 5	○	△	△	○	×	△	○	△	×	△
6	② 6	④ 2	③ 5	⑨ 6	2 ②	6 ⑥	5 ⑤	○	△	△	○	×	△	○	△	×	△

症	石原・大熊						S. P. P.				
例	I	II	III	IV	V	VI	15	16	17	18	19
1	○	○	○	○	×	○	⑧ 3	⑤ 7	④ 8	⑨ 4	③ 5
2	○	○	○	○	○	○	⑧ 3	⑤ 7	④ 8	⑨ 4	③ 5
3	○	○	○	×	○	×	/				
4	○	○	○	○	○	×	⑧ ③	⑤ ⑦	④ ⑧	⑨ ④	③ ⑤
5	○	○	○	○	○	○	⑧ ③	⑤ ⑦	④ ⑧	⑨ ④	③ ⑤
6	○	○	○	○	○	×	⑧ 3	⑤ 7	④ 8	⑨ 4	③ 5

基準¹⁰⁾により中等度と判定された。症例2から5まではアノマロスコープ検査で protanomalial と判定されたが、症例2では半田屋製石原表と AO H-R-R, 症例3では半田屋製石原表, TMC, 石原・大熊表, H-R-R の検査し得たすべての表, 症例4では半田屋製石原表, TMC, 石原・大熊表, 症例5では石原表国際版, TMC の各表において deutan と判定された。この4例の程度判定は弱度であった。症例6はアノマロスコープ検査で正常均等を示し PFA と判明したが、石原表国際版と石原・大熊表では deutan, TMC, H-R-R, S.P.P. では protan と判定され、程度判定では中等度であった。表2に症例1から6までの各仮性同色表の分類表における実際の読み方を示す。なお、アノマロスコープ検査で deutan と判定された症例には、このような分類判定に関する不統一は認められなかった。

図1に症例1, 2および3の off 応答急峻部の log S.Q.を示す。これらの症例では先に述べた理由から500 nm と600nm の2波長における S.Q.を指標とした。著者ら¹⁴⁾は protan と deutan とでは500nm と600nm の2波長における log S.Q.が明らかに異なり、両者は明確に分類されることを既に報告した。症例1, 2, 3の log S.Q.はそれぞれ0.61, 0.56, 0.62であり、いずれも protan の範囲¹⁴⁾にあって、アノマロスコープによる分類判定(表1)と対応した。

図2に症例4, 5および6の log S.Q.を示す。これら3例においては480nm と620nm の2波長における S.Q.を指標とした。仲里ら⁹⁾は, log S.Q.により正常者・protan・deutan の3者が明確に分類されることを報告している。症例4と5の log S.Q.はそれぞれ0.80および1.06と protan の範囲⁹⁾にあり、アノマロスコープの

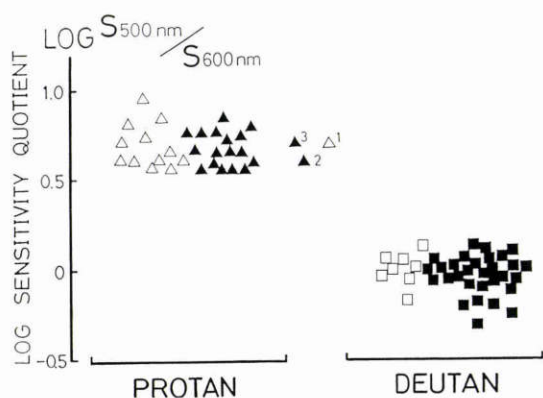


Fig. 1 Log sensitivity quotient of the rapid off-response at 500nm to its sensitivity at 600nm. Triangles mean protan subjects. Squares mean deutan subjects. Open and closed symbols indicate dichromats and anomalous trichromats respectively. Numerals attached to the symbols mean the case number in Table 1. Criterion voltage $20\mu V$.

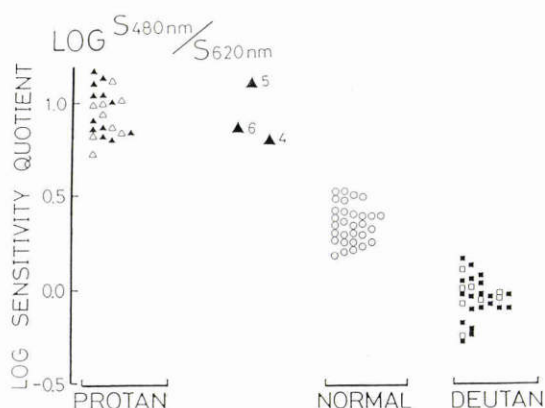


Fig. 2 Log sensitivity quotient of the rapid off-response at 480nm to its sensitivity at 620nm. Open circles mean normal subjects. For further details see the legend for Figure 1.

所見(表1)と対応した。また PFA である症例6の log S.Q.も0.81と protan の範囲⁹⁾にあった。

IV 考 按

先天性赤緑色覚異常の診断において、仮性同色表による分類判定がアノマロスコープ検査で決定される分類判定と一致しない、すなわち誤分類される例のあることは、従来より数多く指摘²⁾³⁾¹⁵⁻¹⁹⁾されている。これ

らの報告によれば、石原表³⁾¹⁵⁾と TMC^{15)~17)}では protan の症例に誤分類が比較的多く、今回の我々の結果も同様の傾向を示している。H-R-R においても、我々の結果では protan の症例のみに誤分類を認めた。S.P.P.に関しては、protan と deutan のどちらにも誤分類は報告^{15)~18)}されているが、我々の結果ではみられなかった。

沢²⁾によれば、アノマロスコープによる分類判定はスペクトル光の混色の割合、いわゆるレーレー均等の所見に基づくのに対し、仮性同色表では色素色を用い、中性点波長を利用しているので、両者による判定に違いが生じる場合があることはやむを得ないとし、さらに第1色盲と第2色盲とでは、中性点波長が症例により一部重なっているで、単に中性点波長のみから両者の分類判定を決定しがたいこともあるという。また深見¹⁹⁾はアノマロスコープにて protan と判定され、石原表コンサイス版を含む他の仮性同色表でも protan と判定されながら、石原国際色盲検査表第10版にて deutan と判定された症例を報告し、このような矛盾が生じる原因として、第10版に使用されている色の特性および検査表の退色による変化を考えている。本報の6症例のうち症例1から4まででは、発行年度無記載の半田屋製石原表を用いており、検査表の退色が判定に影響を与えた可能性は否定できない。

このようなことから、仮性同色表の結果から先天性赤緑色覚異常の型分類を行う場合には、多種類の表を用いるべきであるとされているが³⁾、実際には症例3のようにアノマロスコープによる判定で protan であるにもかかわらず、検査し得た仮性同色表の判定はいずれも deutan という症例もあるので、たとえ複数の仮性同色表の判定が一致しても、それがかならずしも正しい分類とは言えないことがわかる。

このように、現時点では先天性赤緑色覚異常の分類には、アノマロスコープ検査が決め手となっているが、アノマロスコープで正常均等を示す PFA においては、他の色覚検査に頼らざるをえない。しかし本報の PFA においては各仮性同色表の分類判定が一致せず、色覚一般検査では分類不能であり、ERG off 応答急峻部の S.Q.によってはじめて判定が可能であった。また症例1から5においては、S.Q.による分類はアノマロスコープ検査での判定と全て一致した。S.Q.は主に錐体電位で構成される ERG off 応答急峻部^{4)~6)}の長短2波長における分光感度比であるので、S.Q.による分類判定が中性点波長を利用する仮性同色表による判定と

は一致しない場合にも、混色の割合が錐体色素の吸収特性で決定されるアノマロスコープによる分類判定と一致するのは当然と言える。このように off 応答急峻部の S.Q. を指標とすれば、色覚一般検査で異常の分類判定が不統一な症例についても明確に、しかも他覚的に分類可能であり、off 応答急峻部は先天性赤緑色覚異常の診断に有用であると考えられる。

御校閲下さった米村大蔵教授に感謝致します。

文 献

- 1) 石原 忍：石原色盲検査表の長所と短所。臨眼 10: 393, 1956.
- 2) 沢 潤一：色盲検査表による色覚検査。臨眼 18: 1207—1211, 1964.
- 3) 岡島 修：色覚検査表の使用方法—検出と分類に関して—。日本の眼科 55: 133—136, 1984.
- 4) Brown KT: The electroretinogram: Its components and their origins. Vision Res 8: 638—677, 1968.
- 5) 田辺譲二：人摘出眼杯 ERG スペクトル感度, 明所視 ERG の研究。日眼 83: 279—291, 1979.
- 6) Yonemura D, Kawasaki K: New approaches to ophthalmic electrodiagnosis by retinal oscillatory potential, drug-induced response from retinal pigment epithelium and cone potential. Doc Ophthalmol 48: 163—222, 1979.
- 7) 仲里博彦, 河崎一夫, 米村大蔵他：先天性赤緑色覚異常の他覚的検査法の研究, 主に第一色覚異常について。日眼 85: 1513—1520, 1981.
- 8) Kawasaki K, Yonemura D, Nakazato H, et al: Abnormal spectral sensitivity of the electroretinographic off-response in protanopia and protanomalia. Doc Ophthalmol 53: 51—60, 1982.
- 9) 仲里博彦, 米村大蔵, 河崎一夫他：第1および第2色覚異常の他覚的検査法の研究：2波長における off 応答感度比の検討。日眼 88: 565—571, 1984.
- 10) 馬嶋昭生：先天性色覚異常の診断基準について (III) —パネル D-15 とランタン併用による社会適性基準 (馬嶋試案) とその検討—。眼紀 23: 170—175, 1972.
- 11) 仲里博彦, 河崎一夫, 米村大蔵他：第1または第2色覚異常の保因者の他覚的検出。日眼 89: 548—555, 1985.
- 12) Nakazato H, Hanazaki H, Kawasaki K, et al: Electrorretinographic off-response in congenital red-green color deficiency and its genetic carrier. Doc Ophthalmol 63: 179—186, 1986.
- 13) 花崎秀敏, 仲里博彦, 田辺久芳他：正常レーレー均等を示す先天性赤緑色覚異常者の電気生理学的所見。眼紀 38: 83—87, 1987.
- 14) 花崎秀敏, 仲里博彦, 田辺久芳他：ERG off 応答急峻部の臨床応用—先天性赤緑色覚異常の程度との相関について—。日眼 91: 860—864, 1987.
- 15) 太田安雄, 加藤晴夫, 小暮慎二他：教室における最近10年間の先天性赤緑色覚異常者の統計的観察, その1. 色覚検査表の検討。臨眼 29: 681—687, 1975.
- 16) 宮本 正, 白石正治, 清水金郎他：Standard Pseudoisochromatic Plates の使用経験と検査成績。臨眼 74: 354—357, 1980.
- 17) 深見嘉一郎, 島本史郎, 石黒裕之：標準色覚検査表第1部 (SPP-1) の検討 (3) 分類表の評価。臨眼 39: 381—385, 1985.
- 18) 岡島 修：標準色覚検査表第1部 (SPP表) と新色覚異常検査表 (新大熊表) の使用経験。臨眼 39: 223—227, 1985.
- 19) 深見嘉一郎：Protan を Deutan と混同させる色覚検査表—色覚異常おぼえがき2—。眼紀 17: 764—767, 1966.