Nagel 氏アノマロスコープによる色覚検査補遺

正 会 員 市 川 宏*

Investigations on Rayleigh equations, and the use of Nagel's anomaloscope.

By Hiroshi Ichikawa (Member)

(Department of ophthalmology, Tokyo Railway Hospital.)

ABSTRACT

In the hope to find out a method which could depict the normal range of an anomaloscope independently from the characteristics of each instrument, a theoretical formula was obtained and a construction was made. The same method also enabled the construction of the equivalent regions of protanomaly and deuteranomaly. This result conversely proved that the anomal quotient held good independently from the choice of the instrument and light source. Thus the normal range and the locus of the equivalent regions of protanomaly and deuteranomaly could be depicted on the graph of the relation between the anomal quotient (A.Q.) and the scale of the color-mixing screw. These graphs were valuable when use was made of a new anomaloscope. In addition description was made on the procedure of the test of color vision with an anomaloscope and on some required precautions.

1. 緒 言

1929年、万国眼科学会において Engelking は、色覚検査には stilling 氏仮性同色表と石原氏色盲検査表を使用すること、更に精密な診断のためには Nagel 氏アノマロスコープを用うべきであることを提唱している。このアノマロスコープなる色覚検査器は、1907年 Nagel 氏によって作られた一種の Colorimeter で、小さい視野の上半分に $670\text{m}\mu$ の赤色光と $536\text{m}\mu$ の緑色光の混合光線が、下半分に $589\text{m}\mu$ の黄色光が現われるようになっていて、この赤と緑の混合光線と黄の単色光との間の色合せにより Rayleigh 氏均等を測定し、色覚異常の諸型を正確に判定するのが本器の役目である。同器の構造を加藤氏の著書から借りて第1図に示す。今日普及して

ナトリウム光が射入する位置に移動振子を固定すれば、混色用スリットからはⅠ型の場合とは波長に多少のズレはあるが赤と緑の二種の単色光による混合光線が得られ、Ⅰ型と同様の手段で色覚検査が可能となるのである。

アノマロスコープはこのようにして色覚異常の診断を簡単、かつ正確に可能ならしめるものであるが、その操作はかならずしも容易でなく、米国の学者すらアノマロスコープを正しく使用している眼科医は極く少いといっていることから本器の普及状況が想像される。アノマロスコープがこのように馴染みの薄いものである理由を私は、本器の操作上に要求される多くのわづらわしさの他に、機械の個性そのものに原因があると考えている。アノマロスコープに慣れない人は、屢々成書に記載されているような黄赤均等値や黄緑均等値が異常者に求められないと苦情をいい、更に困ることは、使用しているアノマロスコープでレーレー均等を求めたところ、ある例では正常レーレー値よりも混色ネジ度目が、例えば6度目ズレているが、これを正常範囲にあるとみてよいかどうかの質問をうける場合が稀でないことである。このような疑問はⅡ型が普及するようになってとくにいちじるしくなったように思われる。それは使用しているアノマロスコープの性質をよく理解しないことにもよるが、正常レーレーの混色ネジ度目 (R_n) の位置が60 (あるいは40) になくてこれよりもいくらかズレている時、Engelking や Trendelenburg が述べているような正常範囲

第1図 Nagel 氏 Anomaloskop の構造

いるアノマロスコープⅡ型は、移動振子を動かして接眼鏡筒内の視野を分散スペクトル上で水平に動かすことにより、可視スペクトル全域におよぶ混色試験を可能にしたものである。この場合単色スリットから $589\text{m}\mu$ の

* 東京鉄道病院眼科

をそのまま使ってよいものか、あるいはどう修正すべきものかわからないし、色弱均等の部位が当然ズレていると解っても、どの位置にズレているかわからないからであると思う。(Nagel 氏アノマロスコープは初期のものは正常レーレー (Rn) が60となるように作られたのが、その後 Rn=40 に改められ、今日のアノマロスコープは多少のズレはあってもすべて Rn=40 になるように作られている。) 私は国鉄においてほとんど全国の病院にアノマロスコープが備えられているながら、充分に活用されていない現状をこれらの理由に基くと考えている。この故に、使用しているアノマロスコープについて正常レーレー値さえ求めれば、正常均等の範囲や色弱者の均等部位を知ることが出来るようになれば、アノマロスコープは一層色覚検査に使用されて、災害医学の色覚研究に寄与する面が大であろうと考え、上記の目的に沿うような理論計算を試みた。

2. 理論計算とその応用

アノマロスコープの混色試験に際して操作される2種の振子は、1つは赤色光と緑色光の混色比を加減する混色ネジであり、他の1つは単色光の光量を増減する単色ネジである。混色ネジによって開閉される1対の細隙の中の和は常に一定であって、例えば混色ネジ度目が a の時は混色に用いられる2種の単色光のうち短波長側の光線の細隙巾が a 単位、長波長側の光線の細隙巾が $73-a$ 単位となり、この時被検者の眼に入る2単色光の混合比は $\frac{73-a}{a}$ となる。混合ネジ度目 a に対して単色ネジ度目 c で均等したとすれば、 $\frac{73-a}{a}$ の比の混合色光と c 単位の単色光とが均等したことを意味している。一般に均等の成り立つ混色ネジ度目は1つの値と限らず、均等値に巾がある場合が多い。この均等の成り立つ範囲を均等範囲といい、均等範囲の広いものはスペクトルムのナトリウム輝線の波長部位における弁色能の悪いことを示している。また被検者の $\frac{73-a}{a}$ の比が正常者の値と異った値をもつ場合色弱と診断される。Tfrendelenburg (1929) は異常者の $\frac{73-a'}{a'}$ と正常者の $\frac{73-a}{a}$ との比はアノマロスコープの機械に関係なく一定であるとして、 $\frac{73-a'}{a'} : \frac{73-a}{a}$ を Anomalquotient (異常比)

(以下 A.Q. と略す) とし、色弱の程度を測る尺度にすることを提唱している。この論文において私が理論式を作ろうとした意図は、任意の被検者について、あるアノマロスコープで得られた均等値と均等範囲が、異った正常レーレー均等値をもつ他のアノマロスコープで如何なる均等値と均等範囲をもつかを知る事の出来る図表を

式によって誘導しようとする点にある。

今アノマロスコープの均等検査における混色ネジ度目 (a) を横座標、単色ネジ度目 (c) を縦座標とすると、色盲の均等値の軌跡は、

$$aL + (73-a)K = cM \quad \dots\dots\dots (1)$$

で与えられる。 L, M, K は用いた器械における $670m\mu$, $589m\mu$, $536m\mu$ の主観的明度を示す。そこで3色光の各一単位量の与える主観的明度比を $l:m:k$, 用いた器械における3色光のエネルギー量の比を $p:q:r$ とすると(1)式は、

$$alp + (73-a)kr = cmq \quad \dots\dots\dots (2)$$

で表わされる(以上は近藤氏論文による)。この式を用いて、アノマロスコープの器械が変わった場合に正常均等範囲の限界を示す混色ネジ度目が如何に変容するかの理論式を導くことを試みた。

色混合に使われる3種の色光の波長が等しく、正常レーレー均等値の異なる2つのアノマロスコープ、即ち標準アノマロスコープ A (p, q, r) と、検査対象のアノマロスコープ B (p', q', r') について、ある健常色覚者 (l_1, m_1, k_1) がアノマロスコープ A で均等値 (a_1, c_1)、アノマロスコープ B で均等値 (a_2, c_2) を得られたとすると、次の2つの式が同時に成り立つことになる。

$$\left. \begin{aligned} a_1 l_1 p + (73-a_1) k_1 r &= c_1 m_1 q \text{ (anomalo. A)} \\ a_2 l_1 p' + (73-a_2) k_1 r' &= c_2 m_1 q' \text{ (anomalo. B)} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (3)$$

この場合 $l:m:k$ は3色光に対する主観的明度比であるから、被検者個人の色感によって決定されるもので、器械に無関係である。

(3)式から l_1, k_1, m_1 を消去すると、

$$\left. \begin{aligned} \frac{p}{p'} &= \frac{a_2}{a_1} K \\ \frac{r}{r'} &= \frac{73-a_2}{73-a_1} K \\ \frac{q}{q'} &= \frac{c_2}{c_1} K \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (4)$$

(4)式を満足する2つのアノマロスコープ A と B について、某被検者 ($l_2:k_2:m_2$) が均等試験をうけ、アノマロスコープ A で (a'_1, c'_1)、アノマロスコープ B で (a'_2, c'_2) の均等値を得たとすると、

$$\left. \begin{aligned} a'_1 l_2 p + (73-a'_1) k_2 r &= c'_1 m_2 q \text{ (anomalo. A)} \\ a'_2 l_2 p' + (73-a'_2) k_2 r' &= c'_2 m_2 q' \text{ (anomalo. B)} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (5)$$

(5)式から

$$\left. \begin{aligned} \frac{p}{p'} &= \frac{a'_2}{a'_1} K \\ \frac{r}{r'} &= \frac{73-a'_2}{73-a'_1} K \\ \frac{q}{q'} &= \frac{c'_2}{c'_1} K' \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (6)$$

(4)と(6)から

$$\left. \begin{aligned} a_2' &= \frac{a_2}{a_1} \cdot a_1' K \\ c_2' &= \frac{c_2}{c_1} \cdot c_1' K \\ K'' &= \frac{73}{\frac{a_2}{a_1} a_1' + \frac{73-a_2}{73-a_1} (73-a_1')} \end{aligned} \right\} \dots\dots (7)$$

(7)の式は p, q, r 値が消去されているから、この式は器械に関係なく成立することがわかる。正常レーレー均等値の既知の2つのアノマロスコープを用いた場合、標準のアノマロスコープ(A)におけるある均等値がアノマロスコープ(B)で如何なる均等値となるかは、(7)の式を用いることによって計算することが出来る。

以上述べた理論式が成立するためには、使用するアノマロスコープから得られる3つの色光の主波長が正しく同じであり、またアノマロスコープの正常レーレー値 R_n が60でも40でも、おのおのの条件の時の細隙から出る波長域と主波長の位置が常に一定であることが必要である。しかし実際私達の用いるアノマロスコープは光学上の欠陥から第1表および第2図の如く主波長および波長巾が細隙の開閉に伴って変化するし、また多くの

第1表 アノマロスコープの Spelt の巾と波長との関係
(Anomaloscope II型 No. 10 (TAKATA)
について)

Spalt.	Gelb-Spalt.		Grün-Spelt		Rote-Spalt.	
	Maximale Wellenlänge	Wellenbreite	Maximale Wellenlänge	Wellenbreite	Maximale Wellenlänge	Wellenbreite
0	×	×	549.0	6.0	×	×
20	591.0	8.0	548.1	6.0	654.0	4.0
40	592.2	9.7	547.5	5.2	652.4	4.1
60	593.0	9.3	546.9	4.8	650.4	5.1
80	593.8	10.7	×	×	649.6	6.7

(単位: $m\mu$)

(A) (Gelb-Spalt について) (B) Rote-Spelt について

第2図 各細隙の巾と視野に現われる波長域および主波長との関係

(C) Grün-Spalt について

第2表

type.no.	L.	K.
TAKATA (旧型)	665.0 $m\mu$	538.5 $m\mu$
"	658.0	536.0
"	664.0	536.5
"	660.0	535.0
"	663.5	560.5
"	663.0	549.0
"	667.5	547.5
TAKATA (新型)	666.5	559.0
"	665.0	553.0
"	669.5	555.0
"	636.0	541.5
"	647.5	549.5
Haensch-Schmidt	660.5	535.5

(註) 単色スリットより 589.0 $m\mu$ が出るように移動振子度目を調整したとき、混色振子度目を80、および0としたときの混色スリットより出る色光の波長をそれぞれ L, K とする。

アノマロスコープについて細隙より出る3種の主波長を測定した結果は第2表の如く器械によってかなりの差が出ている。従ってここに求めた理論式は1つの標準となる値を与えることになるのであるが、実際に種々のアノマロスコープを用いて均等試験を行ってみた処では、概ねこの理論値が容認されることを知った。事実器械に

はそれぞれの癖があって完全に同じものの作られるはずはないのであるし、だからと云って購入したアノマロスコープについてその正常均等範囲を定め、また色弱者の代表的均等値を求めることは一般臨床医家にとっては極めてやっかいなことであり、この故にここに作った理論式とそれに基く図表の臨床的意義があると思う。機械の癖による均等範囲の誤差は、理論式によって求められた正常均等範囲の限界にあるものに対して仮性同色表その他の色覚検査による検討を行うように努めることによって補うことが出来るものである。

そこで(7)式を用いて $Rn=60$ のアノマロスコープの正

第3表 正常均等範囲の変化 ($Rn=60$ の場合)

a_n	0	10	20	30	40	50	60	70	73
a'	0	8.0	16.4	25.6	35.5	45.7	57	69.2	73
	0	14.4	26.8	37.8	47.2	56.3	64	70.8	73
a_n との 距り	0	2.0	3.6	4.2	4.5	4.3	3	0.8	0
	0	4.4	6.8	7.8	7.2	6.3	4	0.8	0
巾	0	6.4	10.4	12.0	11.7	10.6	7	1.6	0

第4表 正常均等範囲の変化 ($Rn=40$ の場合)

a_n	0	10	20	30	40	50	60	70	73
a'	0	7.5	15.6	24.4	34	44.5	56.1	68.6	73
	0	13.0	24.2	35.0	45	54.2	62.8	70.6	73
a_n との 距り	0	2.5	4.4	5.6	6	4.5	3.9	1.4	0
	0	3.0	4.2	5.0	5	4.2	2.8	0.6	0
巾	0	5.5	8.6	10.6	11	8.7	6.7	2.0	0

常均等範囲を57~64 (Trendelenburg) とした場合、正常レーレー均等の混色度目がそれぞれ0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 73にあるアノマロスコープを用いたとしたときの正常均等範囲を計算したものが第3表、また $Rn=40$ のアノマロスコープについて正常均等範囲を34~45 (市川) とした場合の前回同様の各種アノマロスコープにおける正常均等範囲を計算したものが第4表である。

表の臨床的意義について述べる前に、正常者の均等範囲について簡単に触れておく必要がある。われわれの色感検査時の精神状態、疲労の有無、順応の状況等によって影響をうけるものである。これらの諸点を完全に除外し得たとしても尚、季節の色感におよぼす影響が残ることがすでに Dresler 等によって発見されている。即ち Richter は6月に maximum, 1月に minimum となり、両者の間に約2.5度目の均等差のあることを述べている。従って1年間の検査成績の平均値にはこの seasonal variation が含まれていることになる。また検査を繰返し行った場合の成績の一致性について実験した I. Schmidt の報告では、同一人についての11回連続検査

の場合、有意の差の起る probability は1%以下であるが、その間に練習効果がみられ、第1回と第2回の間には有意の差がないが、第1, 2回とそれ以後の成績との有意の差がみられたという。即ち第3回以後間には数字の上で練習効果はないとし、実験成績の正確を期するためには初めの2回までの読みは除くべきであると述べている。色覚正常者の均等範囲を決めるにはこのような諸点を考慮に入れておくことが必要である。色覚の正常範囲についてこれまでの諸家の述べているところを整理すると、Engelking は1929年 Amsterdam における International Commission of Ophth. の席上で、 $Rn=60$ の場合混色ネジの読み 57~64 (1.3~0.65 A. Q.) の限界内で均等範囲が6度目以内を正常とすることを述べている。Köllner は正常範囲に中央値 56~64 ($Rn=60$) を用い、運用の際52~66内で均等してこれ以外の部分での均等がなければ正常範囲あるとし、この範囲内にあって色盲表検査に合格したものを正常色覚としている。その後 Trendelenburg は氏の論文の中に正常者の均等範囲として、 $Rn=60$ の場合57~64 (1.3~0.65 A. Q.), $Rn=40$ の場合35~48 (1.3~0.63 A. Q.) を採用しているが、正常範囲の protan 側 (第1異常側) の限界は赤色弱 (第1色弱) の均等範囲と一部重複していることを指摘している。I. Schmidt は前に述べた如き検査時の練習効果と季節の影響を除きながら

第3図 或る値 (Rn) の正常レーレー均等値をもつアノマロスコープについて、正常均等範囲および色弱均等代表値を求める図。

統計的処理を行った結果として、正常者の均等値分布域に1.52~0.66 A. Q., 即ち約 35~50 ($Rn=42$) の均等値を挙げている。私は災害医学的に色覚正常と判定したものについて統計的に検討し、正常者は $Rn=40.5$ の場合 1.49~0.65 A. Q. の間にほとんどが分布している結果を得た。これら諸氏の報告を一括した表 (第5表)

第 5 表の 1 正常均等及び異常均等の位置

		DA		N		PA
Trendelenburg	均等値	18.5		40.0		61
	A.Q.	3.55	gap	1.0	gap	0.27
	log A.Q.	0.55		0		-0.57
Schmidt	均等値	18.5	27.0	42.19	53.6	60.2
	A. Q.	2.80	2.0	1.0	0.45	0.25
	log A.Q.	0.55	0.3	0	-0.35	-0.6
Ichikawa	均等値	20.0	27.5	40.5	48	60.5
	A. Q.	3.17	2.0	1.0	0.63	0.25
	log A.Q.	0.50	0.3	0	-0.2	-0.6

第 5 表の 2 正常均等の巾

Engelking	Rn = 60 の時 6 度目以内		
Trendelenburg	Rn = 40 の時10度目以内		
Schmidt	Rn = 40 の時		
	u-mixture		
	$\bar{x} = 4.62$	$\sigma = 1.72$	$\bar{x} \pm 3\sigma = 0.86 \sim 10.99$
	n-mixture		
	$\bar{x} = 2.22$	$\sigma = 1.43$	$\bar{x} \pm 3\sigma = 0 \sim 6.7$
Ichikawa	Rn = 40 の時		
	u-mixture		
	$\bar{x} = 2.56$	$\sigma = 1.99$	$\bar{x} \pm 3\sigma = 0 \sim 8.51$
	n-mixture		
	$\bar{x} = 0.91$	$\sigma = 1.28$	$\bar{x} \pm 3\sigma = 0 \sim 4.75$

第 5 表の 3 正常均等域

	Trendelenburg	Schmidt	Ichikawa
均 等 値	35 ~ 48	34.90~49.48	33.30~47.90
A. Q.	1.30~0.63	1.52~0.66	1.49~0.65
log A.Q.	0.11~-0.20	0.18~-0.18	0.17~-0.19
Rn	40	42.19	40.5

をみると、各氏の成績が概ねよく似たものであることがわかる。Rn=40 の場合の諸家の正常範囲については第 5 表の 3 および第 2 表と第 3 表から作図した第 3 図にみられるように、市川が災害医学的に採用した正常範囲（統計の数値に更に災害医学的検討によって修正が加えられたもの）は Trendelenburg や Schmidt のそれよりも deutan 側（第 2 異常側）にいくらかズレている。deutan 側の 1.5 度目の差は臨床的にあまり差があると云えないが、protan 側の 2.0 度目の差は色感の性質の上からも少しく検討されねばならないものをもっている。Trendelenburg による正常範囲の protan 側限界附近は protanomaly の分布域と僅かであるが共有部分をもっている。この共有部分を正常範囲から除外してみると protan 側の限界は 46 となって、私の提案した正

常範囲とあまり変わらないことになる。正常範囲に属する標本の分布の山と、protanomaly の分布の山との間に gap があるかどうかは、にわかに断定し難いが、Trendelenburg は両者は移行しているとし、Schmidt の統計ではその間に gap が認められる。私の成績は Schmidt の結果に近い。こうした点を考慮すると、Trendelenburg の data を規準とした正常範囲よりも私の正常範囲の方が災害医学的判定を下す上に実用に適っているように思う。

前回と同様の過程によって赤色弱均等および緑色弱均等の混色ネチ度目の代表値を計算したものが第 6 表と第 7 表であり、この成績を同じく第 3 図に plot した。こ

第 6 表 緑色弱均等値の変化

(A) $a'=20$ (Rn=40) (Ichikawa) の値の変化

	0	10	20	30	40	50	60	70	73
均 等 値	0	3.42	3.67	13.0	20	29.4	43.0	64.2	73
A. Q.	—	3.23	3.22	3.23	3.21	3.23	3.22	3.26	—
log A.R.	—	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.50	0.50	—

(B) $a'=18.5$ (Rn=40) (Trendelenburg and Schmidt) の値の変化

	0	10	20	30	40	50	60	70	73
均 等 値	0	3.12	6.97	11.95	18.5	27.6	41.3	63.2	73
A. Q.	—	3.56	3.58	3.61	3.56	3.58	3.55	3.61	—
log A.Q.	—	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	—

第 7 表 赤色弱均等値の変化

 $a'=60$ (Rn=40) (Trendelenburg and Schmidt) の値の変化

	0	10	20	30	40	50	60	70	73
均等値	0	27.5	43.0	52.8	60	65.0	68.8	7.2	73
A. Q.	—	0.26	0.26	0.27	0.26	0.27	0.28	0.32	—
log A. Q.	—	-0.58	-0.58	-0.57	-0.58	-0.55	-0.55	-0.49	—

の場合赤色弱均等の代表値は Trendelenburg, Schmidt, 市川共に同じ値を得ているが、緑色弱均等の代表値は Trendelenburg, および Schmidt が Rn=40 の時共に 18.5 附近であるのに比べて私の場合は 20 附近にある。これは私の取扱った症例では deutan は 2.5A.Q. よりも正常均等域側に分布する症例がかなり混っているため、このように私の採用した緑色弱均等の代表値が正常側にずれたものと思われるが、この附近は、同じ症例でも均等の巾の広いものが多く、比較均等値を採るなら混色ネチ度目の 18.5 とはほとんど同値値とみてよく、むしろ deutan 側の代表値は Trendelenburg 等の値と市川の値を共に含んだ巾のあるものとした方が実用に適っていると思う。このようにして作図された各表の data は

第3図の上にラグビーのボール状の4つの曲線となって表現される。この図の中で2つの曲線AとB（またはAとB'）で囲まれた部分が正常均等範囲を示すものであり、Cは赤色弱均等の代表値の軌跡、D（またはD'）は緑色弱均等の代表値の軌跡である。このうちA, B, C, Dは Trendelenburg および Schmidt の成績を、A', B', C, D' は市川の成績をそれぞれ基準にした曲線である。

この図の使用法は、例えば正常レーレーの混色ネジ度目が50にあるアノマロスコープをもってしていると、横座標で50のところに立てた垂線を正常範囲を示す曲線A' および B' が切る2点の縦座標54と44の間が、このアノマロスコープにおける正常均等範囲を示すことになり、同じくCとD'を切る点65および29.5がそれぞれ赤色弱均等（黄赤均等）および緑色弱均等（黄緑均等）の代表点を示すことになる。均等検査で正常レーレー均等に近い値を得た場合、それが54～44の中にあるか否かが正常色覚判定の重要な資料となるし、赤色弱あるいは緑色弱が疑われる症例に遭遇したとき、それぞれ混色ネジ度目65あるいは29.5附近を目標に均等を求めると、比較均等はこの附近に求められるであろうという見当がつく。このようにして自分の用いるアノマロスコープについて正常範囲と赤色弱および緑色弱の均等の混色ネジ度目を労せずして知ることが出来る。この場合図のA, B, C, Dの曲線を用いるか、A', B', C, D'の曲線を用いるかは用いる人の自由であるが、DとD'とは臨床的にはほとんど同価値であり、前述した如くむしろDとD'によって囲まれた中のあるものを考えた方がよいと思う。AとA'では赤色弱の軽症のものを正常者の群から除くことの重要さから云ってAよりA'の曲線の方が臨床的には優れていると思うが、この限界にあるものについては仮性同色表その他の色覚検査法による吟味が必要である。BとB'については私はB'の方がよいと思うが、B'附近の均等をもつものに対して私は充分検討を加えることにしている。それは正常範囲にあるものをアノマロスコープだけで直ちに色覚正常とすることは、異型の色覚異常を見逃す危険があるからである。

尚ここに興味ある事実は、第3、第4表の混色ネジ度目の各 data を、それに対応する正常レーレーの度目についてA.Q.およびlog A.Q.を計算すると第8表(A)(B)の如くすべてがほとんど同じA.Q.値を示していることである。これはとりもなおさずA.Q.値が器械に無関係に、被検者の3種単色光に対する主観的明度によって規定されるものであることの証明となった。色弱均等においても第5,6表から同じことが成立するのが解る。近藤氏とは別な角度からA.Q.値が光源や器械に無関係に成り立つことを証明したことになるのである。これは

第8表 正常均等域のA.Q.およびlog A.Q.

(A) $R_n=60$ を標準としたとき

a_n	0	10	20	30	40	50	60	70	73
A.Q.	—	1.387	1.390	1.390	1.393	1.390	1.390	1.490	—
log A.Q.	—	0.733	0.744	0.712	0.755	0.755	0.752	0.790	—

(B) $R_n=40$ を標準としたとき

a_n	0	10	20	30	40	50	60	70	73
A.Q.	—	0.137	0.143	0.143	0.144	0.143	0.143	0.173	—
log A.Q.	—	-0.13	-0.13	-0.13	-0.12	-0.12	-0.12	-0.10	—

第4図 任意の正常均等値 (R_n) をもつアノマロスコープに於ける混色ネジ度目からの異常比 (A.Q.) 算出用曲線

また、第3図の内容を別の角度に立って作図することを可能ならしめる。即ちA.Q.値表およびlog A.Q.値表を第4、第5図の如く作図した場合、第5図の横座標に平行な直線C, A', B', D'は第3図のC, A', B', D'と全く同じ内容をもつものである。即ちA'とB'の平行線に挟まれた部分は正常範囲を示し、Cは赤色弱、D'は緑色弱の平均均等度目の軌跡を示す直線である。S字

第5図 任意の正常均等値 (R_n) をもつアノマロスコープに於ける混色ネズ度目からの異常比の対数値 ($\log A.Q.$) 算出用曲線

状の各曲線はそれぞれの R_n のアノマロスコープについて各混色ネズ度目を異常比で示したもので、横座標は混色ネズ度目、縦座標は第4図では $A.Q.$ 、第5図では $\log A.Q.$ を示すものである。この2つの図の利用法はどちらの表についても、使用しているアノマロスコープの R_n についての曲線と取り挙げることによって、検査された混色ネズ度目から直ちにその器械の正常レーレーに対する異常比および異常比の対数が縦軸によって読まれ、その値が正常範囲にあるか否かは異常比に換算するまでもなく、 R_n の曲線が A' 、 B' の2直線によって狭まれる部分にあるかどうかで決められるし、同じようにしてまた赤色弱および緑色弱の均等部位も直ちに推測することが可能となるわけである。

以上私は必ずしも正常レーレーの R_n の値が60または40にあるに限らない、どのようなアノマロスコープを用いた場合にも、直ちにその正常範囲と赤色弱および緑色弱の均等部位を推測するに役立つ3つの図表について、その成り立ちと臨床的意義について記述した。これによってアノマロスコープは使用する側にとって今までより利用価値の多い検査器になったと思う。

3. アノマロスコープによる色覚検査法について

次にアノマロスコープによる検査法のあらましについて述べる。アノマロスコープ操作の手順として私は Köllner, Schmidt, Monjé 等諸氏の検査法を参考にし

た次の如き方法を慣用している。

① あらかじめ正常レーレー均等を求めてからこれを被検者に呈示し、単色ネズ度目を少しく加減して均等が成立するかどうかを確かめる。正常範囲内で均等の成立するものは正常者か色盲（二色型色覚）である。（両者は色盲表により簡単に区別が出来る）。

② 色盲であることが推測された場合は混色ネズ度目 0～73について均等試験を行い、全域において均等した場合、混色ネズ度目73に対する単色ネズ度目が小さいときは第1色盲（赤色盲）、比較的大きい場合は第2色盲（緑色盲）であると診断される。

③ 正常レーレーの附近で均等して正常か否か疑わしい場合は、均等値が正常範囲内にあって色盲表に異常がなければ正常、均等の中央値が正常範囲内にあっても均等の中がこれより外れているか、また均等の中が異常に広い場合は色盲表その他の色覚検査の成績を併せて正常か否かを判定しなければならない。

④ 正常レーレー均等で均等試験が成り立たない場合は、正常者に均等している視野を被検者にみせて視野の上半部の色調を問ひ、赤味を帯びていると答えれば第2色弱（緑色弱）、緑味を帯びていると答えれば第1色弱（赤色弱）が推測される。このときは検査は第1色弱あるいは第2色弱の平均均等部位を目標にして、それより混色ネズ度目で0側、次いで73側から漸次均等試験を行って色弱者の均等部位と均等範囲を決定する。

a) Einstellung des normalen Untersuchers.

b) Einstellung des untersuchten.

c) Stellung der Gelbschraube am Ende der Gleichung.

(Deutsche Bundesbahn の Tauglichkeits vorschritt (1951) より記載)

第6図 アノマロスコープによる計測値記載用

(記載例)

(Deutanomalie)

第7図 赤色盲と緑色盲の均等所見
(Anomaloscop II型 No. 10 TAKATA
による)

以上が検査を行う順序であるが、均等部位を求める時まず比較均等を求めた後、絶対均等を求めるのであるが、前者でもせいぜい10、乃至15秒以内、後者では3秒以内の注視によって均等の有無を検査する必要がある。なお検査のたびに20秒位づつ明るい白壁や北側の空を見させて残像を消し、また疲労を除くようにしなければならない。このようにして検査した結果を記録するに Vierling の記載用式(第6図)があるが、これは一見して色覚異常の種類と程度を知ることが出来て便利である。

以上の如き検査の手順によって求められた均等値も、検査者がアノマロスコープに不馴れであったり、被検査者が色神衰弱をもっていたり、また対比亢進のつよい場合にはしばしば誤まった均等を正しいものと誤解して、その為診断を誤るようなことがある。この場合第7図の如き図を、使用しているアノマロスコープについて作っておくと、検査した成績が正しいか否かの判断に資することが出来るし、またある均等試験に際して混色ネヂ度目に対応する単色ネヂ度目を推測することが出来て、ことに色弱者の絶対均等を求めるときに役立つものである。従ってこの図が色覚異常の病型分類に役立つこともまた当然である。この図の作成には第1色盲と第2色盲の患者それぞれ2乃至3名があれば充分であるから、アノマロスコープを使用する以上は自分のアノマロスコープについてこの図を作成しておかねばならない。第1色盲は第1色盲の均等値の軌跡上のどこかで均等するし、第2色盲はまた第2色盲の均等値の軌跡上のどこかで均等するのであるから。ある均等試験の結果が図中のPとDの領域附近から離れた場所で均等したとすればその均等成績は例外の場合を除いて誤った均等結果であるということに気付くはずである。なおこの図の中に前に述べた方法

で求めた正常範囲と、第1色弱および第2色弱の均等の代表値を plot しておけば一層使い易い図となる。前に述べた各図は一般にどのアノマロスコープに対しても直ちに用いることが出来るが、第7図は各自が自分のアノマロスコープについて作図しておかねばならないものである。

アノマロスコープの検査については、以上の他視野の広さや対比亢進の影響についてもその性質を熟知していないと、診断の結果を誤るおそれがあるのであるが、これらについては別の機会に述べることにする。

4. 結 論

結論アノマロスコープの正常範囲を器械の個性に関係なく表現し得る方法があれば便利であろうと考えて、理論式を求め作図してみたのであるが、これと関連して赤色弱、緑色弱の均等部位についても同様の方法による作図が可能になり、この結果は逆に異常比がアノマロスコープの器械や光源に関係なく成立することの証明ともなった。かくして異常比(A.Q.)と混色ネヂ度目との関係図の上に正常範囲および赤、緑色弱均等部位の軌跡を記載することが出来るようになり、これらの諸図表はアノマロスコープを新規に使用しようとする場合に利用価値のあるものとなった。なおアノマロスコープを用いて色覚検査を行う場合の検査順序や注意を要する諸点についても併せて記載した。

拙筆に当り医長馬島嘉範博士の御校閲に深謝致します。

主 要 文 献

- 1) Vierling, F. : Zeitschr. f. Bahnärzte Nr. 11, (1933)
- 2) Schmidt, I. : Zeitschr. f. Bahnärzte Nr. 2, (1936)
- 3) 近藤忠雄 : 日眼 43 ; 145 (1939)
- 4) Trendelenburg, W. : Kl. Mbl. Augenhk., 102 : 799 (1939)
- 5) Jaensch, P. A. : Ärztl. Dienst. DB., 15 Jahrgang, Feb. 21, (1954)
- 6) Schmidt, I. : J. O. S. A., 45 : 514, (1955)

(33—4—19 受付)