学 習 生 活 の 衛 生 学 的 研 究

(第1報) 板書に関する衛生学的一考察

Some aspect of school health in class room. Influence of some factors on the visual acuity in blackboard-writing

愛媛大学教育学部保健科教室

唐 津 秀 雄

Hideo Karatsu

Department of Hygiene, Faculty of Education, Ehime University

I 緒 言

学習生活は学習者と学習環境の交互影響作用の過程であると云える。換言すれば学習者の健康は、学習環境の刺激と生活体としての学習者の反応が統合されて行く過程に於て形成されてゆくものであり、学習生活から孤立した環境や生活体は、学習者にとっては無縁な存在であるとも云える。従来、学習環境についての実験衛生的な研究や、学習者についての発育生理学的な調査は、かなり多く報告されているが学習生活自体を医学的に究明した研究報告は比較的少いように思う。教育学や心理学の分野に於て常にとりあげられる学習生活上の問題を、医学の分野に於ても検討してみる必要がある。筆者は如上の観点から、学習生活上の二、三の問題を、衛生的に研究してみることにした。

学習生活の能力の一要素として視覚殊に形態覚(視力)は重要な意義を持つ。板書即ち教師が塗板に書く文字を明視出来るか否かは、学習効果を左右するものである。而して板書の見え方に影響を与える環境の因子として、目と塗板の距離、塗板面の明るさ、塗板の色相及び明度、板書の大きさ、色相、彩度及び明度等が考えられるが、日常慣用される万国式試視力表は、無彩色白地に無彩色黒を以てラ環を描いたものであり、教室内の学習生活の実際では、黒よりもやや明度の高い暗色に近い塗板と、白又は有彩色のチョークが使用される場合が多く、又目と塗板の距離も、最後列の座席では8m以上となる場合が少なくない。従つて慣用の万国式試視力表は学習者の視覚に関する臨床的診断の基準としては兎も角、学習生活の実際の場合ではそのまゝ適用されない場合がある訳であ

る。板書の見え方は前述の通り、万国式試視力表の場合と異なる条件、即ち使用されるチョークの色の種類、塗板の明度、両者の対比関係等によつて明視度が異なるものと予想されるから、教室の最後列の座席から明視出来る板書文字の大きさの限界を決定するためには、これらの環境因子と見え方との関係を明にしなければならない。

本研究はチョークの色相並に塗板の明度別に視力を測定し、学習衛生上適当な板書文字の大きさを決定しようとするものである。

II 研究方法

1. 色相別 10m 試視力表の試作

白地に黒及び黒地に白を以てそれぞれ表1の大きさのラ環を描いた10m試視力表の外に、黒地に第1列赤味橙、第2列黄味赤、第3列緑味青、第4列黄緑、第5列黄を以て、それぞれ表1の大きさのラ環を描いた色相別10m試視力表を試作し、それらの各色相について視力を測定した。黒地は塗板、10mは普通教室の奥行の長さ、色の種類は日常学習に使用されるチョークの種類に相当し、絵具はそれらのチョークと色相、彩度並に明度をほぼ同じにするポスターカラーを使用した。

ラ環の太さはLandoltの定義に従つて計算したが念のため表1に掲げる。尚使用したポスターカラーの色相番号、彩度及び明度は表2の通りである¹⁾²⁾。

尚試作した色相別10m試視力表の中、黒ラ環については予め慣用の5m万国式試視力表と、その試力別眼数分布がほぼ一致することを確かめた上で使用したが、その他の有彩色ラ環については、比較すべき基準の試視力表

を欠き検査表としての精度を検討することが出来ないの
で、試作したものをそのまま使用した。

表 1 10m 試視力表のラ環の太さ

視 力	ラ環直径	ラ環の幅及 び切れ目
0.1	150.0mm	30.0mm
0.2	75.0	15.0
0.3	50.0	10.0
0.4	37.0	7.5
0.5	30.0	6.0
0.6	25.0	5.0
0.7	21.4	4.3
0.8	18.8	3.8
0.9	16.7	3.3
1.0	15.0	3.0
1.2	12.5	2.5
1.5	10.0	2.0
2.0	7.5	1.5

2. 明度別 10m 試視力表の試作

黒地に白を以て表 1 の大きさのラ環を描き、黒地の明度を第 1 列 11、第 2 列 14.5、第 3 列 16 とし、ラ環白の明度は 3 列共に 20 とし、明度対比による明視度を検討することにした。

表 2 ラ環の色相、彩度及び明度

色 相 名	色相番号	彩 度	明 度
黒			11
白			20
黄	8	6	19
黄 緑	10	5	18
緑 味 青	15	5.5	17
黄 味 赤	2	7	16
赤 味 橙	3	6	15

註 試視力表作成に使用した用紙の白地は明度 19.5
黒地は明度 11 である

3. 測定条件及び測定対象

測定距離 10m、試視力表面の明るさ 300 ルクスないし 700 ルクス、尚視力 0.1 に満たないものは除外した。

色相別視力検査の被検者は M 市内の小学校 6 年生生徒 191 人、中学校生徒 200 人、高等学校生徒 194 人、合計 585 人、眼数 1,170 であり、明度別視力検査の対象は上記の中、高等学校生徒 194 人、388 眼である。

尚高等学校の中定時制高等学校生徒 45 人、90 眼については、昼間測定の外に更に夜間人工照明白色蛍光燈下に於て同一の試視力表を用いて測定し、暗適応状態に於ける明視度を検討した。

表 3 色 相 別 視

色相 学校別分布 視力	黒					白					黄				
	高校	中学	小学	計	%	高校	中学	小学	計	%	高校	中学	小学	計	%
2.0	29	8	27	64	5.47	28	16	24	68	5.81	28	5	20	53	4.53
1.5	89	140	287	516	44.10	110	101	227	438	37.44	126	144	190	460	39.32
1.2	85	130	37	252	21.54	96	160	94	350	29.91	90	151	131	372	31.80
1.0	67	64	11	142	12.14	39	62	17	118	10.09	32	39	19	90	7.69
小 計	270	342	362	974	83.25	273	339	362	974	83.25	276	339	360	975	83.33
0.9	20	16	5	41	3.50	28	13	9	50	4.27	15	9	3	27	2.31
0.8	17	4	6	27	2.31	13	8	4	25	2.05	17	4	4	25	2.14
0.7	8	4	3	15	1.28	4	10	0	14	1.20	9	6	9	24	2.05
0.6	3	5	1	9	0.77	8	3	1	12	1.03	5	7	1	13	1.11
0.5	10	8	1	19	1.62	6	2	3	11	0.94	7	11	1	19	1.62
0.4	6	4	4	14	1.20	13	5	3	21	1.79	9	5	3	17	1.45
0.3	16	6	0	22	1.88	18	7	0	25	2.14	19	6	1	26	2.22
0.2	20	5	0	25	2.14	13	7	0	20	1.71	20	6	0	26	2.22
0.1	18	6	0	24	2.05	12	6	0	18	1.54	11	7	0	18	1.54
小 計	118	58	20	196	16.75	115	61	20	196	16.25	112	61	22	195	16.67
合 計	388	400	382	1,170	100.00	388	400	382	1,170	100.00	388	400	382	1,170	100.00

又色神異状者の色相別明視度を検討するために、色神
異常を有する小学校生徒35人、70眼について同一の測定
を試みた。

図 1 色相別眼数分布図
(黒、白、黄、黄緑)

図 2 色相別眼数分布図
(黒、黄味赤、赤味橙、緑味青)

力 別 眼 数 分 布

黄					緑					黄 味 赤					赤 味 橙					緑 味 青				
高校	中学	小学	計	%	高校	中学	小学	計	%	高校	中学	小学	計	%	高校	中学	小学	計	%	高校	中学	小学	計	%
29	16	20	65	5.56	10	8	10	28	2.39	8	8	14	30	2.56	4	1	2	7	0.60					
105	110	172	387	33.08	68	131	175	374	31.97	38	49	174	261	22.31	20	32	118	170	14.53					
78	143	128	349	29.83	72	137	151	360	30.77	106	157	108	371	31.71	82	176	158	416	35.56					
44	55	26	125	10.68	80	35	10	125	10.68	62	87	44	193	16.50	53	56	41	150	12.82					
256	324	346	926	79.14	230	311	346	887	75.81	214	301	340	855	73.08	159	265	319	743	63.50					
13	29	12	54	4.62	19	26	9	54	4.62	12	18	15	45	3.85	27	35	22	84	7.18					
16	6	7	29	2.48	26	7	6	39	3.33	22	21	4	47	4.02	45	20	17	82	7.01					
11	3	5	19	1.62	12	15	5	32	2.72	24	9	4	37	3.16	33	12	2	47	4.02					
15	2	2	19	1.62	15	4	4	23	1.97	18	8	3	29	2.48	23	18	4	45	3.85					
13	4	2	19	1.62	9	4	4	17	1.45	17	8	7	32	2.74	10	5	8	23	1.97					
11	7	3	21	1.79	9	8	3	20	1.71	12	9	3	24	2.05	14	5	3	22	1.88					
14	9	2	25	2.14	23	6	2	31	2.65	21	7	3	31	2.65	23	10	3	36	3.08					
15	5	2	22	1.88	23	7	1	31	2.65	21	9	1	31	2.65	25	17	2	44	3.76					
24	11	1	36	3.08	22	12	2	36	3.08	27	10	2	39	3.33	29	13	2	44	3.76					
132	76	36	244	20.86	158	89	36	283	24.19	174	99	42	315	26.92	229	135	63	427	36.50					
388	400	382	1,170	100.00	388	400	382	1,170	100.00	388	400	382	1,170	100.00	388	400	382	1,170	100.00					

III 研究 成績

1. 色相別視力別眼数分布

色相別10m試視力表によつて測定した視力別眼数分布は表3の通りであり図1、図2は縦軸に眼数の百分比をとり、横軸に視力をとつたものであるが、黒、白、黄、黄緑、黄味赤は視力1.5に極大を持ち、赤味橙及び緑味青は視力1.2に極大を持つ。又視力1.0以上の眼数百分比から云えば見え方の順序は、黒、白、黄、黄緑、黄味赤、赤味橙、緑味青の順である。即ち黒、白、黄は明視度が高く、緑味青は明視度が最も低く、黄緑、黄味赤、赤味橙はその中間にあるようであるが、このことは次の色相別平均視力の項で検定する。(表3、図1、2)

2. 色相別平均視力

表4は色相別平均視力及びその標準偏差と、隣接色相間の平均視力の差を示したものであるが、明視度は黒、黄、白、黄緑、黄味赤、赤味橙、緑味青の順序であり色相別眼数分布の場合と一致しており、見え方は黒に於て最高、緑味青に於て最低である。

表4 色相別平均視力と隣接色相間の平均視力の差

色相	黒	白	黄	黄緑	黄味赤	赤味橙	緑味青
平均視力	1.294	1.277	1.279	1.256	1.188	1.129	1.050
標準偏差	0.336	0.396	0.386	0.404	0.412	0.384	0.388
隣接色相間の平均視力の差	0.017	0.002	0.023	0.068	0.059	0.079	

注 * は5% ** は1%の危険率で有意の差がある。
 黒・白・黄平均 (1.283) - 黄緑 (1.256) = 0.027
 黒 (1.294) - 黄緑 (1.256) 0.038*

表4の平均視力と標準偏差から、分散分析法によつて級間即ち色相間の見え方の相違を検定すると、全色相間では見え方に明に有意の差が認められるが、黒、白、黄の三色相間では有意の差が認められない。即ち黒、白、黄の3者は見え方において同一の群に属するものと考えてよい。黄緑、黄味赤、赤味橙、緑味青の各色相間では何れの2者をとつても有意の差が認められる。又黒白黄群の平均と黄緑の間に有意の差はないが、黒と黄緑の間には有意の差が認められる。

以上の成績から色相別見え方は、黒、白、黄群→黄緑→黄味赤→赤味橙→緑味青の順序となる。

3. 明度対比別明視度

明度別10m試視力表によつて視力測定をした結果は、眼数分布においても平均視力においても、第1列の明視

度が最も高く、第3列が最も低い。即ち第1列、第2列は視力1.5に、第3列は試力1.2に極大を持ち、視力1.0以上の眼数の百分比も、第1、第2、第3列の順序である。表6から分散分析法によつて明度対比別に見え方の差を検定すると、明に有意の差が認められる。このことは後で更に検討するが、地色とラ環の明度対比が高い程明視度が高いと云うことである。(表5、6、図3)

表5 明度別視力別眼数分布

視力	明度分布		第1列		第2列		第3列	
	実数	%	実数	%	実数	%	実数	%
2.0	28	7.22	22	5.93	15	3.87		
1.5	110	28.35	108	27.83	65	16.75		
1.2	96	24.74	102	26.29	122	31.44		
1.0	39	10.05	34	8.76	26	6.70		
小計	273	70.36	266	68.56	228	58.76		
0.9	28	7.22	27	6.96	31	7.99		
0.8	13	3.35	15	3.87	17	4.38		
0.7	4	1.03	6	1.57	10	2.58		
0.6	8	2.06	10	2.58	12	3.09		
0.5	6	1.57	5	1.29	8	2.06		
0.4	13	3.35	11	2.83	18	4.64		
0.3	18	4.64	22	5.93	26	6.70		
0.2	13	3.35	14	3.61	19	4.90		
0.1	12	3.09	12	3.09	19	4.90		
小計	115	29.64	122	31.44	160	41.24		
合計	388	100.00	388	100.00	388	100.00		

表6 明度別平均視力

明度	第1列	第2列	第3列
平均視力	1.090	1.048	0.804
標準偏差	0.681	0.655	0.599
列間平均視力の差		0.042	0.244**

註 地色とラ環の明度対比

第1列 11:20

第2列 14.5:20

第3列 16:20

4. 夜間人工照明下における色相別明視度

定時制高等学校生徒について夜間人工照明下において色相別に視力を測定した結果、色相別見え方の順序は黒、白、黄緑、黄味赤、黄、赤味橙、緑味青となり、同一対象の昼間における見え方の順序黒、白、黄、黄緑、

表 7 昼夜別色相別視力別眼数分布

色相 昼夜別分布 視力	黒				白				黄			
	昼		夜		昼		夜		昼		夜	
	実数	%	実数	%	実数	%	実数	%	実数	%	実数	%
2.0	7	7.78	7	7.78	3	3.33	4	4.44	5	5.56	0	0
1.5	28	31.11	33	36.67	32	35.56	35	38.89	24	26.67	13	14.45
1.2	26	28.89	21	23.33	29	32.22	21	23.33	33	36.67	36	40.00
1.0	7	7.78	3	3.33	2	2.22	5	5.56	3	3.33	9	10.00
小 計	68	75.56	64	71.11	66	73.33	65	72.22	65	72.22	58	64.44
0.9	5	5.56	7	7.78	7	7.78	7	7.78	3	3.33	8	8.89
0.8	1	1.11	2	2.22	2	2.22	1	1.11	3	3.33	5	5.56
0.7	1	1.11	1	1.11	1	1.11	2	2.22	1	1.11	2	2.22
0.6	0	0	0	0	1	1.11	0	0	3	3.33	2	2.22
0.5	1	1.11	1	1.11	0	0	0	0	1	1.11	1	1.11
0.4	1	1.11	2	2.22	4	4.44	4	4.44	3	3.33	5	5.56
0.3	6	6.67	7	7.78	5	5.56	6	6.67	6	6.67	4	4.44
0.2	4	4.44	4	4.44	1	1.11	3	3.33	4	4.44	4	4.44
0.1	3	3.33	2	2.22	3	3.33	2	2.22	1	1.11	1	1.11
小 計	22	24.44	26	28.89	24	26.67	25	27.78	25	27.78	32	35.56
合 計	90	100.00	90	100.00	90	100.00	90	100.00	90	100.00	90	100.00

黄 緑				黄 味 赤				赤 味 橙				緑 味 青			
昼		夜		昼		夜		昼		夜		昼		夜	
実数	%	実数	%	実数	%	実数	%	実数	%	実数	%	実数	%	実数	%
6	6.67	3	3.33	1	1.11	4	4.44	1	1.11	1	1.11	2	2.22	2	2.22
23	25.56	28	31.11	21	23.33	14	15.56	9	10.00	10	11.11	5	5.56	3	3.33
22	24.44	22	24.44	16	17.78	27	30.00	27	30.00	34	37.78	25	27.78	20	22.22
10	11.11	6	6.67	19	21.11	10	11.11	17	18.89	7	7.78	12	13.33	16	17.78
61	67.78	59	65.56	57	63.33	55	61.11	54	60.00	52	57.78	44	48.89	41	45.56
5	5.56	4	4.44	3	3.33	10	11.11	3	3.33	5	5.56	10	11.11	13	14.44
3	3.33	3	3.33	7	7.78	3	3.33	1	1.11	4	4.44	5	5.56	2	2.22
3	3.33	3	3.33	2	2.22	2	2.22	6	6.67	2	2.22	6	6.67	5	5.56
2	2.22	4	4.44	4	4.44	2	2.22	4	4.44	7	7.78	4	4.44	7	7.78
2	2.22	2	2.22	2	2.22	3	3.33	6	6.67	4	4.44	2	2.22	2	2.22
1	1.11	2	2.22	3	3.33	4	4.44	0	0	2	2.22	3	3.33	2	2.22
5	5.56	5	5.56	4	4.44	4	4.44	3	3.33	3	3.33	3	3.33	5	5.56
2	2.22	4	4.44	5	5.56	2	2.22	8	8.89	6	6.67	7	7.78	5	5.56
6	6.67	4	4.44	3	3.33	5	5.56	5	5.56	5	5.56	6	6.67	8	8.89
29	32.22	31	34.44	33	36.67	35	38.89	36	40.00	38	42.22	46	51.11	49	54.44
90	100.00	90	100.00	90	100.00	90	100.00	90	100.00	90	100.00	90	100.00	90	100.00

図 3 明度別眼数分布図

黄味赤, 赤味橙, 緑味青と一致しない。即ち夜間は黄色の見え方がやゝ悪いようであり, One Tail Test で5%有意である。しかし昼夜と色相の2要因についての分散分析法, 並に黄以外の色相についての平均視力の差の検定では, 昼間と夜間の見え方の間に有意の差は認められない。又夜間における色相個々について見え方の差を検定

し, 相互に有意差のないものを一群にまとめると, ほぼ黒白群→黄緑, 黄味赤, 黄, 赤味橙群→緑味青となり第2節で述べた順序とやゝ異なつた成績となる。(表7, 8, 図4)

図 4 視力1.0を境界とする色相別眼数百分比昼間と夜間の比較図

- 註 1) 横軸の上は視力1.0以上の眼数百分比
下は視力0.9以下の眼数百分比
2) 斜線を施せるは夜間

表 8 色相別平均視力昼間と夜間の比較

色 相	黒		白		黄		黄 緑		黄 味 赤		赤 味 橙		緑 味 青	
平均視力及標準偏差	X	S. D.	X	S. D.	X	S. D.	X	S. D.	X	S. D.	X	S. D.	X	S. D.
昼 間	1.211	0.489	1.207	0.440	1.173	0.464	1.133	0.497	1.039	0.436	0.955	0.432	0.924	0.429
夜 間	1.219	0.500	1.204	0.535	1.057	0.378	1.115	0.474	1.062	0.456	0.983	0.435	0.884	0.422
平均視力の差	-0.008		0.003		0.116*		0.018		-0.023		-0.028		0.040	

- 註 1) 平均視力の差=昼間平均視力-夜間平均視力
2) 黄以外の色相では昼間と夜間の間に有意差なし
3) 夜間における色相個々の関係では, 黒は黄味赤, 黄, 黄味橙, 緑味青との間に, 又緑味青は黄緑, 黄味赤, 白との間に有意差あり
4) 表8に基づく分散分析表は下記の通りである

変 因	S. S.	D. F.	M. S.
全 分 散	0.1708×90	90×14	
昼 夜 間	0.0010×90	1	10.09
色 直 間	0.1624×90	6	2.436**
交 互 作 用	0.0074×90	6	0.111
誤 差 額	2.9348×89	89×14	0.210

表 9 色神異常者の色相別視力別眼数分布

色 相 視力	黒		白		黄		黄 緑		黄味赤		赤味橙		緑味青	
分布	実数	%	実数	%	実数	%	実数	%	実数	%	実数	%	実数	%
2.0	2	2.86	0	0	2	2.86	0	0	3	4.29	0	0	0	0
1.5	27	38.57	23	32.85	14	20.00	12	17.14	12	17.14	21	30.00	9	12.86
1.2	27	38.57	36	51.43	37	52.86	33	47.14	27	38.57	23	32.85	24	34.29
1.2	4	5.71	2	2.86	9	12.86	8	11.43	16	22.86	12	17.14	14	20.00
小 計	60	85.70	61	87.14	62	88.57	53	75.71	58	82.86	56	80.00	47	67.14
0.9	2	2.86	1	1.43	0	0	8	11.43	0	0	3	4.29	9	12.86
0.8	0	0	2	2.86	1	1.43	2	2.86	3	4.29	1	1.43	2	2.86
0.7	3	4.29	1	1.43	1	1.43	1	1.43	1	1.43	0	0	4	5.71
0.6	1	1.43	1	1.43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.5	0	0	0	0	4	5.71	1	1.43	2	2.86	6	8.57	2	2.86
0.4	0	0	2	2.86	1	1.43	2	2.86	4	5.71	2	2.86	0	0
0.3	3	4.29	2	2.86	1	1.43	1	1.43	1	1.43	1	1.43	3	4.29
0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1.43
0.1	1	1.43	0	0	0	0	2	2.86	1	1.43	1	1.43	2	2.86
小 計	60	14.30	9	12.86	8	11.43	17	24.29	12	17.14	14	20.00	23	32.86
合 計	70	100.00	70	100.00	70	100.00	70	100.00	70	100.00	70	100.00	70	100.00

表 10 色神異常者の色相別平均視力

色相	黒	白	黄	赤味橙	黄味赤	黄緑	緑味青
平均視力	1.288	1.267	1.235	1.181	1.177	1.154	1.071
標準偏差	0.305	0.294	0.309	0.351	0.368	0.315	0.337
隣接色相間の平均視力の差	0.022	0.032	0.054	0.004	0.023	0.083	

- 註 1) 黒, 白, 黄群平均 (1.264) - 赤味橙, 黄味赤, 黄緑平均 (1.171) = 0.093* 但し one tail test
 2) 黄緑 (1.154) - 緑味青 (1.071) = 0.083 有意差なし
 3) 黄味赤 (1.177) - 緑味青 (1.071) = 0.106*

5. 色神当常者の色相別明視度

色神異常者について色相別に視力を測定した結果, その見え方の順序は, 黒, 白, 黄, 赤味橙, 黄味赤, 黄緑, 緑味青となり, 健常者における黄緑, 黄味赤, 赤味橙の順序がこゝでは逆に赤味橙, 黄味赤, 黄緑となっており黄緑と黄味赤の見え方がやゝ悪いようであるが, 上の3つの色相の見え方の間には有意の差は認められない。又健常者の場合と同じく黒, 白, 黄の間にも有意の差が認められないが, 黒, 白, 黄群の平均視力は赤味橙, 黄味赤, 黄緑群の平均視力より one tail test では明視度がやゝ高いと云える。又緑味青は黄緑以外のすべての色相に比して明視度が低い。従つて色神異常者の色相別見え

図 5 色神異常者の色相別眼数分布図
(黒, 白, 黄, 黄緑)

図 6 色神異常者の色相別眼数分布図
(黒, 黄味赤, 赤味橙, 緑味青)

方の順序はほぼ黒, 白, 黄群→赤味橙, 黄味赤, 黄緑群→緑味青となる。(表 9, 10, 図 5, 6)

IV 総括および考察

1. 色相別明視度

色相別明視度は黒, 白, 黄群→黄緑→黄味赤→赤味橙→緑味青の順序となつたが, このことは色相別試視力表試作に使用した用紙の地色と, ラ環の色相との明度対比に関係があるものと考えられる。即ち用紙白色の明度は 19.5, 黒地は 11, ラ環黒の明度は 11, 白は 20, 黄は 19, 黄緑は 18, 黄味赤は 16, 赤味橙は 15, 緑味青 17 であるから, 用紙とラ環の明度差は, ラ環黒は 8.5, 白は 9, 黄は 8, 黄緑は 7, 黄味赤は 5, 赤味橙は 4, 緑味青は 6 となり, 明度差の順序は高いものから黒→白→黄→黄緑→緑味青→黄味赤→赤味橙となる。この順序は緑味青を除けば色相別明視度の順序とほぼ一致するから, 明度対比が明視度に大いなる影響を及ぼす因子であることが分る。しかし黄味赤及び赤味橙に較べて明度差の高い緑味青が前 2 者より明視度が低いと云う事実は, 明視度に影響を及ぼす因子が, 明度対比だけではなくて, 色相対比も亦関係を持つていることを示すものと云える。尚黒及び白を除いた有彩色ラ環の見え方について, 色度感覚³⁾の点から考察すれば, 色相別明視度は黄及び赤味橙を除けば波長 555m μ の黄緑に頂点を持つ比視感度曲線⁴⁾にほぼ

一致しているようである。

以上の考察から学習生活においては, 塗板とチョークの明度差を出来るだけ大きくする必要があり, そのためには塗板の明度を低くすると共に, 明度の高いチョークを選択しなければならない。又色相対比の点から云えば青色チョークの如く黒色塗板との対比によつて明視度を低くするような有彩色チョークの使用は, 美術教育以外に出来るだけ避けなければならない。

2. 明度対比と明視度

明度対比が明視度を左右することは, 有彩色について既に述べたが, 明度別試視力表による測定成績によつて一層明となる。明度別試視力表の第 1 列, 第 2 列, 第 3 列の各地色とラ環との明度差はそれぞれ 9, 5.5, 4 であるが, 明度差の低い第 3 列の明視度が最も不良である。このことは学習生活の現場において塗板の拭き方に改善すべきものがあることを教える。チョークの粉を塗板に残すことは, 塗板の明度を著しく高くすることであり, 塗板拭きとして水を含んだスポンジの類を使用することが, 現状よりはるかに合理的である。

3. 人工照明下における色相別明視度

夜間人工照明白色蛍光燈下における色相別明視度の測定成績では, 黄色の明視度のみが昼間よりやや低いようであるが, 恐らく照明に使用した白色蛍光燈の影響によるものであらうと考えられる。しかしこのことは白色蛍光燈では黄色に相等する波長の平均エネルギーが, 太陽光線における同じ波長のエネルギーより少いことに基くのか⁶⁾, 或は蛍光下における色の変化によるものか⁶⁾, 又暗順応経過との関係によるものか⁷⁾, 今後尚例数を重ねて検討しなければにわかに結論を出すことは出来ないが, 兎も角白色蛍光燈下では黄色の明視度が低いと云う事実から夜間の学校における学習では黄色チョークの使用をなるべく避けるべきであらう。

4. 色神異常者の色相別明視度

色神異常者の色相別明視度では, 黄緑と黄味赤がやや悪いようであるが, この 2 者と赤味橙との間には特に有意の差が認められないし, 又健常者における黒, 白, 黄群の平均と黄緑, 黄味赤, 赤味橙群の平均との差と, 色神異常者における同じ 2 群の平均の差との間にも有意の差が認められない。恐らく黒地に単一の標準色を以てラ環を描いた場合, 色神異常者と健常者の間に明視度の差はないものと考えられる。従つて色神異常者と健常者の混合する普通学級における日常の板書の明視度について上記の如き単純な色相対比を使用する限り特に配慮を必要とする点は少いと云える。

5. 板書の大きさについて

板書の大きさはどれ位がよいかは現場の教師からよくきかれることであるが、これは明視度に影響する各種の条件によつて必ずしも一定しているものではない。しかし色相別に見た板書文字の太さなら表4の色相別平均視力から逆算出来る。即ち色相別平均視力黒 1.294, 白 1.277, 黄 1.279, 黄緑 1.256, 黄味赤 1.188, 赤味橙 1.129, 緑味青 1.050 を 10m 視力表のラ環の太さに換算すれば、黒 11.6mm, 白 11.7mm, 黄 11.7mm, 黄緑 11.9mm, 黄味赤 12.6mm, 赤味橙 13.3mm, 緑味青 14.3mm となり、黒を 1 とすれば、白 1.01, 黄 1.01, 黄緑 1.03, 黄味赤 1.09, 赤味橙 1.15, 緑味青 1.23 の比率である。文部省の特殊児童判別基準によれば⁹⁾、弱視とは矯正視力が両眼で 0.04 以上 0.3 に達しないものとなるから、弱視者が 10m の距離で判別出来るラ環の太さは、視力 0.04 の者では 375mm, 視力 0.2 の者では 75mm であり、板書に仮名文を使用するとすればその太さは、片仮名ではラ環の太さの $\frac{1}{3}$ ⁹⁾、平仮名では $\frac{1}{3}$ からラ環の太さの間とされているから¹⁰⁾、判別出来る板書文字の太さの限界は、視力 0.04 の者では 375mm~300mm, 視力 0.2 の者では 75mm~60mm となる。5m の距離では直度その $\frac{1}{2}$ である。弱視者の判別出来る板書文字の太さの下限界を色相別に示せば表11の通りである。しかし弱視者は盲学校或は特種学級で教育すべきもので、普通学級において健常者と共に学習の出来るものは、矯正視

表 11 弱視学級における色相別板書太さの下限界]

距離 色相	太さ	5 m	
		ラ 環	片 仮 名
黒		187.5mm	148.4mm
白		189.4	151.5
黄		189.4	151.5
黄 緑		193.1	154.5
黄 味 赤		204.4	163.5
赤 味 橙		215.6	172.5
緑 味 青		230.6	184.5

力が両眼で少くとも 0.3 以上はあると考えられるから、視力 0.3 の者を基準とすれば、教室の最後列即ち 10m の距離で判別出来る太さの下限界はラ環で 50mm, 片仮名文字で 40mm となる。色相別に示せば表 12 となる。

明視度は色相対比のみならず、明度対比によつて大きく左右されることは先にも述べたが、明視出来る板書文字の太さの限界も従つて明度対比によつて相違する筈で

表 12 普通学級における色相別板書太さの下限界

距離 色相	太さ	10 m		5 m	
		ラ 環	片仮名	ラ 環	片仮名
		mm	mm	mm	mm
黒		50.0	40.0	25.0	20.0
白		50.0	40.4	25.3	20.2
黄		50.5	40.4	25.3	20.2
黄 緑		51.5	42.0	25.8	21.0
黄 味 赤		54.5	43.6	27.3	21.8
赤 味 橙		57.5	46.0	28.8	23.0
緑 味 青		61.5	49.2	30.8	24.5

ある。表 6 の明度対比別平均視力から、表 4 の場合と全く同じ方法で板書文字の太さを逆算すると、平均視力第 1 列 1.090, 第 2 列 1.048, 第 3 列 0.804 はそれぞれラ環の太さ 13.8mm, 14.3mm, 18.7mm に相等し、その太さの比率は 1.00 : 1.04 : 1.36 となる。弱視者及び視力 0.3 の者を基準として板書文字の太さの下限界を明度対比別に示したのが表13である。

表 13 明度対比別に見た板書太さの下限界

学 級	距離 太さ	弱視学級		普通学級			
		5 m		10 m		5 m	
		ラ 環	片仮名	ラ 環	片仮名	ラ 環	片仮名
明度		mm	mm	mm	mm	mm	mm
第 1 列		189.4	151.5	50.5	40.0	25.3	20.2
第 2 列		197.0	157.6	52.5	42.0	26.3	21.0
第 3 列		257.6	206.1	68.7	55.0	34.4	27.5

註 第 1 列, 第 2 列, 第 3 列の各地色とラ環の明度対比は表 6 に同じ

板書文字の太さの限界を規定する因子は、色相対比、明度対比及び距離の外に教室の照度、有彩色チョークの彩度、座席の位置等も亦関係するのであつて、以上の考察は只およその目安を示すに止まるものである。

V 結 語

板書文字の明視度に影響を及ぼす各種の因子の中、明視度と色相対比並に明度対比との関係を検討するために色相別試視力表及び明度別試視力表を試作して生徒の視力を測定し次の結果を得た。

(1) 色相別明視度は、明視度の高いものから示せば黒、白、黄群→黄緑→黄味赤→赤味橙→緑味青の順序である。これは主として地色と文字の明度対比に左右され

るものと考えられる。只緑味青は地色との明度差が大なるにかゝらず明視度が最も低い。従つて色相対比も亦明視度に影響を及ぼすものである。

(2) 板書の色相が同一である場合は、塗板と板書の明度差の高いもの程明視度が高い。

(3) 夜間人工照明白色蛍光燈の下では、明視度は黒白群→黄緑、黄味赤、黄、赤味橙群→緑味青の順序となり、昼間に比して黄色の明視度がやゝ低い、これは白色蛍光燈の影響によるものと考えられる。

(4) 色神異常者の明視度は、黒、白、黄群→赤味橙、黄味赤、黄緑群→緑味青の順序となり、黄緑と黄味赤の明視度がやゝ低いようであるが、健常者と比較して有意の差は認められない。従つて黒地に単一の標準色を以て板書した場合、色神異常者と健常者の間に明視度の差はないものと考えられる。

(5) 判別出来る板書の太さの限界は、各種の条件によつて必ずしも一定ではないが、弱視者を含まない普通学級の最後列を基準とすれば、明視度の高い白色チョークでは片仮名文字で 40.4mm、明視度の低い青色チョークでは 49.2mm の太さが判別出来る下限界である。

稿を終るに臨み御指導と御校閲を賜つた石崎教授に衷心より感謝します。

文 献

- 1) Committee on Colorimetry of the Optical Society of America, The Science of Color, Thomas Y. Crowell Company (1954).
- 2) 日本色彩研究会：色の標準, Chart No. 1-No.10.
- 3) 4) 尾本義一：照明工学実験法 (昭15).
- 5) 原田常雄：光源 (昭19).
- 6) 宮下孝雄：色彩学 (昭27).
- 7) 労働医学心理学研究所：労働安全衛生ハンドブック (昭27).
- 8) 文部省：特殊児童判別基準とその解脱 (昭28).
- 9) 石原 忍：万国式試視力表に就いて, 日本眼科学会雑誌, 14, 420 (1910).
- 10) 山地良一：私の試作した平仮名試視力表に就いて, 臨床眼科, 8851 (1954).

(受付：1960年1月29日)