

# 弱視児に適した線の条件に関する実験的研究

## —破線の条件の検討—

小林 秀之  
(1999年9月30日受理)

## Evaluation of the Legibility of Broken Lines for Partial Sight

Hideyuki KOBAYASHI

The present study was designed to investigate the legibility of broken lines for persons with partial sight. The subjects were 10 persons with simulated partial sight, and 4 persons with partial sight. The simulation was obtained using filters and convex lenses. The 30 kind of broken lines was evaluated by the original test that the subjects were read directions of the broken lines in distinction from solid lines. The thickness of lines varied from 0.1mm. to 0.7mm. in 4 steps.

The results were as follows: (1) For all subjects, the conditions of broken lines that the spaces width were 0.5mm and 1.0mm were inadequate for partial sight. (2) The broken lines with wide space were inadequate for partial sight. (3) For subjects with partial sight, adequate spaces width of broken lines were equally and over to Landolt's rings gap that were measured the near visual acuity.

*Key Words* : partial sight, low vision, legibility of broken lines, 弱視, 破線, 視知覚

### I. 問題の所在と研究の目的

弱視児の学習場面では低視力を補う方法の一つとして、拡大教材の作成や、視覚的ノイズを出来る限り少なくするような教材の作成が行われる。これは、五十嵐(1989)が指摘する、晴眼児には便利な視覚教材でも、弱視児にとってはこれらの教材の氾濫が学習を困難にしている現状への対応としては、極めて重要な取り組みである。

しかし、その一方で、弱視児に適した文字の大きさや書体に関するアプローチは多くなされているものの、線の見え方あるいは記号の見やすさに関する検討はあまり行われてきていない。

小林(1997)は、弱視者を対象に実線、破線、鎖線、点線を用いてそれぞれの線種の可視性について検討している。その結果、点線が見えにくいことを報告し、その原因として線の物理的特性が影響していることを指摘している。しかし、この報告では破線、鎖線、点線をそれぞれ1種類ずつしか準備しておらず、具体的な見えやすい条件に

までは言及していない。

そこで、本研究では短線と短線間のスペースの長さを変化させた破線を刺激として、弱視児にも見やすい破線の条件を検討することを目的とした。

### II. 実験1 弱視シミュレーションによる破線の可視性の検討

#### 1. 実験の目的

本実験では様々な構成の破線を実線と同時に提示し、実線と区別が付き、その上で低視力でも認知しやすい破線の条件を検討することを目的とする。

弱視児の見えにくさを考えるとき、単に視力低下だけでなく視野の障害や照度による影響など様々な要因を考慮しなくてはならない。個々の弱視児を対象とする場合は、慎重に取り扱わなくてはならない観点であるが、まずは視力以外の視機能の関与を最小限におさえた上で、どのような構成の破線が見やすいのか検討するために、弱視シミュレーションを用いることとした。

## 2. 方法

### 1) 被験者

晴眼者5名を対象とした。各被験者には遮蔽膜(リーサー眼鏡箔)を使用した中間透光体混濁弱視シミュレーションと、凸レンズを使用した屈折異常弱視シミュレーションの2条件のシミュレーションで課題作業を試行させた。視力値は近距離視力0.1以上0.3未満に1条件、近距離視力0.1未満に2条件を設定した。そのため、各被験者は弱視シミュレーションと視力値の設定により6条件が与えられた。

なお、凸レンズを用いるシミュレーションに関しては、実験中に被験者の調節力により視力値が向上する可能性もあるため、実験条件の変化に伴い適宜視力検査を行い、実験開始前の視力値が一定となるよう凸レンズを変更した。また、検査図版観察中は、目を細めないように指示した。

### 2) 実験材料

図1に示したように、縦4、横4の黒点を実線で結びつけ、その中の連続した6~8本の線分を破線で結びつけたものを刺激とした。実線および破線の線幅は0.3, 0.5, 0.7mmとし、破線の構成は短線を1~5mmの5段階、短線間のスペースを0.5mmと1~5mmの6段階設定し、計90種類とした。なお、作成した刺激は、Peak Scale Lupe  $\times 10$ により意図通りの線幅および破線の構成になっていることを確認した。

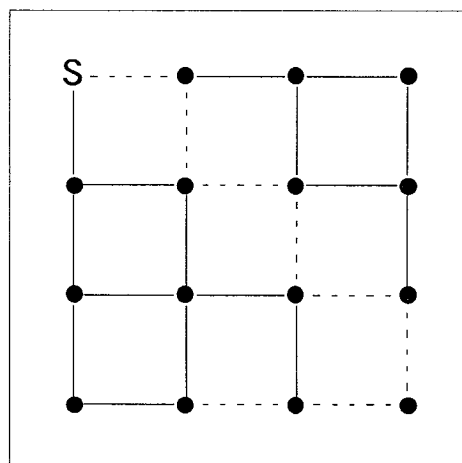


図1 刺激図版例

### 3) 手続き

破線で結ばれた黒点の方向を同じテンポで読み上げ、線を追う認知課題を用いた。実験は、顎台により視距離を30cmに固定して行い、刺激表面照度は550lxとした。

### 4) 結果の処理

弱視シミュレーションにより実線と破線の区別がつかない場合や、破線が見えない場合は、線分の方向を読み上げることができないが、かすかにでも分かる場合は十分に判断できている場合に比べ読み上げる速度が遅くなると考えた。この読み上げる速度が遅くなった試行が、十分に判断がついている場合と同質であるかどうかを評価するため、スミルノフ・グラブス棄却検定 ( $p < 0.05$ ) により判断し、棄却されなかった構成の破線を用いて分析にあたった。

また、1名の被験者に、弱視シミュレーション2条件、視力値3条件を設定したが、実験中の視力値の変動が大きいデータは、分析対象から除外した。

さらに、データは見えたと見えないかの質的データであり、設定した30種類の線種ごとの正答数を算出し、これを角変換した値により分析を行った。

## 3. 結果と考察

### 1) 全体的傾向

まず、中間透光体混濁と屈折異常弱視シミュレーションで正答数に差があるか否か、線幅として0.3mm, 0.5mm, 0.7mmを設定したが線幅により正答数に差があるか否かについて検討した。

線幅と弱視シミュレーションの2要因の分散分析の結果、線幅と弱視シミュレーションの交互作用が有意であり ( $F = 27.78$ ,  $df = 2/87$ ,  $p < 0.01$ )、単純主効果を分析した結果、屈折異常弱視シミュレーションでは、各線幅の正答数に差はみられなかった ( $F = 0.41$ ,  $df = 2/87$ , n.s.) が、中間透光体混濁では各線幅の正答数に差がみられ ( $F = 9.82$ ,  $df = 2/87$ ,  $p < 0.01$ )、LSD法による多重比較の結果、0.3mmの破線は、0.5mmおよび0.7mmの破線よりも正答数が少ないことが明らかになった ( $MSe = 319.37$ ,  $p < 0.05$ )。また、0.3mmの線幅の破線では屈折異常弱視シミュレーションの方が正答数が多く ( $F = 32.58$ ,  $df = 1/87$ ,  $p < 0.01$ )、0.5

mmの線幅の破線では中間透光体混濁弱視シミュレーションの正答数が多く ( $F=6.96$ ,  $df=1/87$ ,  $p<0.05$ ), 0.7mmの線幅の破線でも中間透光体混濁弱視シミュレーションの正答数が多いことが明らかになった ( $F=16.34$ ,  $df=1/87$ ,  $p<0.01$ )。

## 2) 近距離視力の要因

小林 (1997) は、近距離視力と実線、破線、鎖線、点線の全ての線幅には有意な相関が見られたことを報告している。ここでは、近距離視力0.1以上と0.1未満の2群で、視力と正答率の関係を比較する。近距離視力と本実験で設定した線幅の2要因の分散分析の結果、交互作用が有意であった ( $F=3.19$ ,  $df=1/87$ ,  $p<0.05$ )。単純主効果の分析の結果、近距離視力0.1以上の群では破線の線幅により正答数の差はみられなかった ( $F=1.17$ ,  $df=2/87$ , n.s.)。一方、近距離視力0.1未満の群で単純主効果が有意であり ( $F=3.63$ ,  $df=2/87$ ,  $p<0.05$ )、LSD法による多重比較の結果、0.3mmと0.7mmの線幅の破線間に有意な差がみられた ( $MSe=236.62$ )。また、どの線幅においても近距離視力0.1以上の群の方が近距離視力0.1未満の群よりも正答数が多いことが明らかとなった (0.3mmの線幅:  $F=118.23$ ,  $df=1/87$ ,  $p<0.01$ ; 0.5mmの線幅:  $F=55.30$ ,  $df=1/87$ ,  $p<0.01$ ; 0.7mmの線幅:  $F=69.04$ ,  $df=1/87$ ,  $p<0.01$ )。

これらの結果は、近距離視力を測定した際のランドルト環の切れ目幅と破線を構成する短線とスペースの関係に基づいていると考えられる。破線の認知がランドルト環の切れ目幅と関連しているのであれば、ランドルト環の切れ目幅から視力に適した破線を推測することができることになる。例えば、スペースが0.5mmの破線は、ランドルト環の切れ目幅が0.5mm以下である近距離視力0.15以上の視力値でないことと認知できないことになる。この条件を正答率で表すと、理論的には36.3%の正答率となるが、実験結果は37.5%であり、ほぼ理論値通りである。ただし、近距離視力0.15未満であっても0.5mmのスペースの破線を認知できたり、逆に近距離視力0.15以上であっても認知できていない場合も存在した。

## 3) 線の構成の要因

全体的な傾向から、中間透光体混濁弱視シミュ

レーションと屈折異常弱視シミュレーションでは破線の線幅により正答数に差があること、および中間透光体混濁弱視シミュレーションでは0.3mmの破線の正答数が他の線幅の正答数よりも少ないことが示された。そこで、以下の線の構成に関する分析では、0.3mmの線幅のデータを除外し、0.5mmと0.7mmの線幅のデータを用いて分析していく。

まず短線の長さにより正答数に差があるのかどうか、短線の長さとして弱視シミュレーションの2要因の分散分析を行った。その結果、弱視シミュレーションの主効果が有意であり ( $F=16.54$ ,  $df=1/55$ ,  $p<0.01$ )、中間透光体混濁弱視シミュレーションの方が正答数が多いことが示された。また、1mm~5mmの短線の長さにより正答数に有意な差はみられなかった ( $F=0.40$ ,  $df=4/55$ , n.s.)。

次に、短線間のスペースにより正答数に差があるのかどうか、スペースと弱視シミュレーションの2要因の分散分析を行った。その結果、スペースと弱視シミュレーションの交互作用が有意であった ( $F=54.91$ ,  $df=5/54$ ,  $p<0.01$ )。各要因の単純主効果の分析により、屈折異常、中間透光体混濁のどちらの弱視シミュレーションでも有意であった (屈折異常:  $F=46.96$ ,  $df=5/54$ ,  $p<0.01$ , 中間透光体混濁:  $F=28.59$ ,  $df=5/54$ ,  $p<0.01$ )。屈折異常弱視シミュレーションにおける単純主効果は、LSD法による多重比較の結果、スペースが0.5mmの破線は、他の破線よりも有意に正答数が少なく、また、スペースが1mmの破線は、スペースが2mm~5mmの破線よりも有意に正答数が少ないことが明らかになった。また、これら以外の破線間に正答数の差はみられなかった ( $MSe=140.24$ ,  $p<0.05$ )。同様に、中間透光体混濁弱視シミュレーションに関してもLSD法による多重比較の結果、0.5mm、1mmのスペースの破線に差はないが、これらは他のスペースの破線よりも有意に正答数が少ないことが示された ( $MSe=30.64$ ,  $p<0.05$ )。

これらのことから、破線の可視性を決定する要因としては短線の長さは影響を及ぼさず、短線間のスペースが0.5mmと1mmである場合、可視性が低くなることが示された。

さらに、この点を明確にするために設定した30種類の破線ごとの正答数を一要因の分散分析により検討した結果、線の構成により正答数には差が

みられた ( $F=15.52, df=29/90, p<0.01$ )。LSD法による多重比較の結果 ( $MSe=57.72, p<0.05$ ) を、図2に整理した。図中の矢印は、多重比較の結果、正答数に差の無いものの範囲を示している。この図から、スペースが0.5mmと1mmの破線(図中a, bの記号)は正答率が低いことが改めて示されている。また、短線の長さおよびスペースに関する分析では示されなかったが、短線の長さが1mmの破線も正答率が低い傾向が示されている。

ここで、例えば拡大教科書といった個々の弱視児を想定しない場合を考えると、現実的には数種類程度の破線が示されれば十分である。この観点に立ち、正答率が80%以上の破線の構成をみると、短線の長さが1mmの破線は1本も存在していない。このことから、スペースが0.5mm, 1mmの破線、短線の長さが1mmの破線という条件は、用いるべきでないと言える。

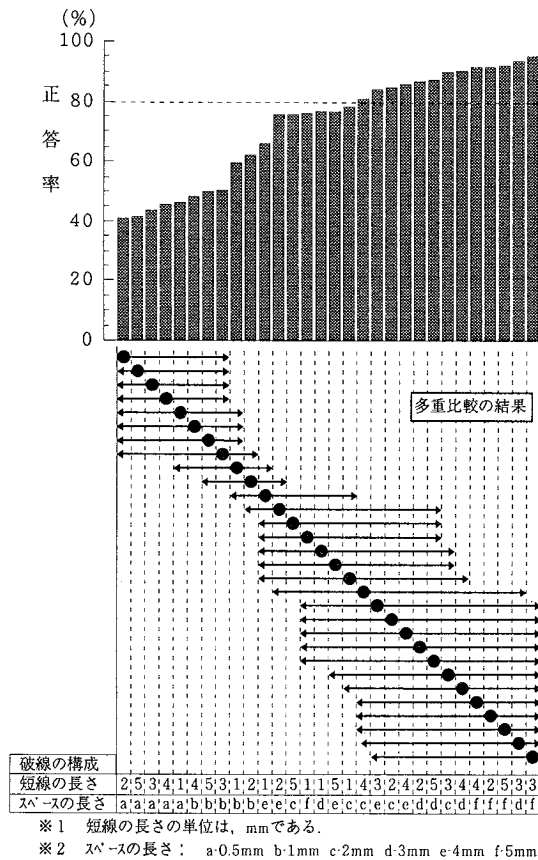


図2 各破線の正答率と分散分析の多重比較の結果

### III. 実験2 弱視者を対象とした破線の可視性に関する事例的検討

#### 1. 実験の目的

本実験では実験1と同一の検査図版を用い、弱視児の認知しやすい破線の条件について明らかにすることを目的としている。

なお、小林(1997)が近距離視力の高い弱視者が0.1mmの線幅の実線を認知可能であることを報告しているため、0.1mmの線幅の破線も評価した。また、統計的手法を用いて弱視者の全体的な傾向を求めるのではなく、一人ひとりのデータを検討する方法をとる。

#### 2. 方法

##### 1) 被験者

被験者は知的障害を伴わない弱視者4名をとした。被験者の概要は表1に示した。なお被験者Bに関しては、眼疾患は白内障であるが、片眼は水晶体摘出手術を受け、術後眼についてはレンズ矯正により正常視力にある。本人の承諾を得て、摘出手術を受けた目を遮蔽し、摘出手術を受けていない目で実験に参加した。

表1 被験者の概要

被験者	眼疾患名 視野	遠距離視力		近距離視力		最大視視力 視距離(cm)
		右	左	右	左	
A	強度遠視・眼球振盪	0.25	0.15	0.2	0.1	0.8 5
B	白内障	—	—	0.15	—	—
C	術後無水晶体眼	0.1 m.m.	—	0.09	m.m. 0.09	0.3 5
D	網膜色素変性 求心性視野狭窄(20°)	0.03 0.04	—	0.02	0.04 0.04	0.1 1.0

※1 被験者Bは、正常視力の目を遮蔽した条件で実験に参加した。  
 ※2 表中の「m.m.」は「motus manus, 手動弁」を表す。

##### 2) 実験材料

実験1と同一の方法で作成した刺激図版を用いた。さらに、実験1では用いなかった0.1mmの線幅も作成した。そのため、実線および破線の線幅は0.1, 0.3, 0.5, 0.7mmの4種類となり、計120種類の検査図版を用いた。

##### 3) 手続き

0.1mmの刺激図版を加え、実験1と同一の手続

きを用いた。なお、被験者の視機能の状態は、実験に先立ち筆者が測定した。

4) 結果の処理

実験1と同様に、刺激図版を読み上げる速度が遅くなった試行が、十分に判断がついている場合と同質であるかどうかを評価するため、スミルノフグラフス棄却検定 ( $p < 0.05$ ) により判断し、棄却されなかった構成の破線を用いて分析にあたった。

3. 結果と考察

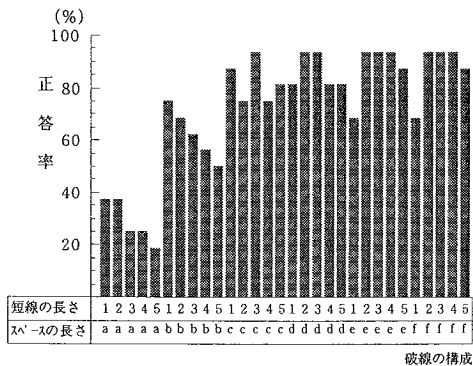
1) 全体的傾向

弱視被験者4名による全体的な傾向をみるため、図3に破線の構成ごとの正答率を示した。データは0.1, 0.3, 0.5, 0.7mmのすべての線幅を用いている。全体的な傾向としては、スペースの長さが0.5mm及び1mm(図中a及びbの記号)の破線の正答率が低いことが示されており、実験1の結果と近似している。以下の分析では、各弱視被験者の結果を詳細に検討していく。

2) 被験者Aの結果

被験者Aは、眼疾患が強度遠視であり眼球振盪も合併している。視力的には弱視の中では高く、視野の障害もない。実験後の自省報告では、同一の破線であっても縦の破線は横の破線よりも見にくいことを報告している。これは被験者の眼球振盪が横方向への振盪であることと関係していると考えられる。

被験者の結果を認知できた場合には○、認知できなかった場合には×で表し、表2に整理した。



※1 短線の長さの単位は、mmである。  
 ※2 a'-fの長さ: a-0.5mm b-1mm c-2mm d-3mm e-4mm f-5mm

図3 破線の構成による正答率の比較

30種類の破線と4種類の線幅で計120種類中、107種類が認知可能であった。認知できなかった破線をみると、短線と短線の間スペースが0.5mmの破線は認知しにくいことが明らかである。しかし、スペースが0.5mmであっても、破線の線幅が0.5mm以上であれば認知可能であることも示されている。さらに、破線の構成が適切であれば、0.1mmの線幅であっても認知可能であることを示している。ただし、0.1mmの線幅の破線では、短線の長さが1mmでスペースの長さが4mmおよび5mmの構成では認知されておらず、短線の長さが1mmの破線も場合により不適切であることが示されている。さらに、この関係から短線とスペースの比の関係で、スペースの割合の高い破線も不適切であることが示唆されている。

3) 被験者Bの結果

被験者Bは、眼疾患が白内障である。被験者の概要でも述べたとおり、平常は術後の目に矯正レンズを用いて正常視力で生活しており、検査眼は白内障眼である。網膜の異常は認められておらず、視力の低下は水晶体の混濁によるものである。近距離視力は0.15と比較的高く、水晶体の混濁の程度も緊急に摘出手術を受けるほどではない。ただし、平常使用しない目での実験参加のため、実験後の自省報告では、見えにくさを訴えていた。

被験者の結果を表3に示した。検査した120種類の破線中、102種類が認知可能であった。認知できなかった破線は、線幅が0.1mmにおける短線の間スペースが0.5mmおよび1mmの破線に多い。また、線幅が0.3mmにおけるスペースが0.5mmの破線と、0.1mmの線幅における短線の長さが1mmの破線も認知できない。これらのことから、スペースが0.5mmおよび1mmの破線、短線の長さが1mmの破線は不適切であるといえる。しかし、0.3mm以上の線幅では0.5mmのスペースの破線以外は認知可能である。

被験者Bにおいても線幅が0.1mmにおける短線1mm、スペース3mmの破線、短線1mm、スペース4mmの破線、短線1mm、スペース5mmの破線は認知できておらず、被験者Aと同様にスペースの割合が高い破線が不適切であることが示された。

4) 被験者Cの結果

被験者Cは、眼疾患が先天性白内障であり水晶

表2 被験者Aの結果

破線の構成		線 幅 (mm)				破線の構成		線 幅 (mm)			
短線	スペース	0.1	0.3	0.5	0.7	短線	スペース	0.1	0.3	0.5	0.7
1	0.5	×	○	○	○	1	3	○	○	○	○
2	0.5	×	○	○	○	2	3	○	○	○	○
3	0.5	×	×	○	○	3	3	○	○	○	○
4	0.5	×	×	○	○	4	3	○	×	○	○
5	0.5	×	×	○	○	5	3	○	○	○	○
1	1	○	○	×	○	1	4	×	○	○	○
2	1	○	○	○	○	2	4	○	○	○	○
3	1	○	○	○	○	3	4	○	○	○	○
4	1	○	○	○	○	4	4	○	○	○	○
5	1	○	○	○	○	5	4	○	○	○	○
1	2	○	○	○	○	1	5	×	○	○	○
2	2	○	○	○	○	2	5	○	○	○	○
3	2	○	○	○	○	3	5	○	○	○	○
4	2	○	○	×	○	4	5	○	○	○	○
5	2	○	○	○	○	5	5	○	○	○	○

表3 被験者Bの結果

破線の構成		線 幅 (mm)				破線の構成		線 幅 (mm)			
短線	スペース	0.1	0.3	0.5	0.7	短線	スペース	0.1	0.3	0.5	0.7
1	0.5	×	×	○	○	1	3	×	○	○	○
2	0.5	×	○	○	○	2	3	○	○	○	○
3	0.5	×	×	○	○	3	3	○	○	○	○
4	0.5	×	×	○	○	4	3	○	○	○	○
5	0.5	×	×	×	○	5	3	○	○	○	○
1	1	×	○	○	○	1	4	×	○	○	○
2	1	○	○	○	○	2	4	○	○	○	○
3	1	×	○	○	○	3	4	○	○	○	○
4	1	×	○	○	○	4	4	○	○	○	○
5	1	×	○	○	○	5	4	○	○	○	○
1	2	×	○	○	○	1	5	×	○	○	○
2	2	○	○	○	○	2	5	○	○	○	○
3	2	○	○	○	○	3	5	○	○	○	○
4	2	○	○	○	○	4	5	○	○	○	○
5	2	○	○	○	○	5	5	○	○	○	○

表4 被験者Cの結果

破線の構成		線 幅 (mm)				破線の構成		線 幅 (mm)			
短線	スペース	0.1	0.3	0.5	0.7	短線	スペース	0.1	0.3	0.5	0.7
1	0.5	×	×	×	○	1	3	○	○	○	○
2	0.5	×	×	×	×	2	3	○	○	○	○
3	0.5	×	×	×	×	3	3	○	○	○	○
4	0.5	×	×	×	×	4	3	×	○	○	○
5	0.5	×	×	×	×	5	3	×	○	○	○
1	1	○	○	○	○	1	4	○	○	○	○
2	1	×	○	○	○	2	4	○	○	○	○
3	1	×	○	○	○	3	4	○	○	○	○
4	1	×	○	×	○	4	4	○	○	○	○
5	1	×	×	×	○	5	4	○	○	○	○
1	2	○	○	○	○	1	5	○	○	○	○
2	2	×	○	○	○	2	5	○	○	○	○
3	2	○	○	○	○	3	5	○	○	○	○
4	2	×	○	○	○	4	5	○	○	○	○
5	2	×	○	○	○	5	5	×	○	○	○

表5 被験者Dの結果

破線の構成		線 幅 (mm)				破線の構成		線 幅 (mm)			
短線	スペース	0.1	0.3	0.5	0.7	短線	スペース	0.1	0.3	0.5	0.7
1	0.5	×	×	×	×	1	3	×	×	○	○
2	0.5	×	×	×	×	2	3	×	○	○	○
3	0.5	×	×	×	×	3	3	×	○	○	○
4	0.5	×	×	×	×	4	3	×	○	○	○
5	0.5	×	×	×	×	5	3	×	×	○	○
1	1	×	×	×	○	1	4	×	×	×	○
2	1	×	×	×	×	2	4	×	○	○	○
3	1	×	×	×	×	3	4	×	○	○	○
4	1	×	×	×	×	4	4	×	○	○	○
5	1	×	×	×	×	5	4	×	×	○	○
1	2	×	×	○	○	1	5	×	×	×	○
2	2	×	×	×	○	2	5	×	○	○	○
3	2	×	○	○	○	3	5	×	○	○	○
4	2	×	○	×	○	4	5	×	○	○	○
5	2	×	○	×	○	5	5	×	○	○	○

体摘出手術を受けている。視野の障害はなく、近距離視力は0.09と中度の弱視である。

被験者の結果を表4に示した。検査した120種類の破線中、88種類が認知可能であった。線幅が0.1mmの破線が認知できない傾向が強い。0.3mm, 0.5mm, 0.7mmの線幅の破線では、スペースが0.5mmのものは認知できず、この条件は不適切であることが明らかである。さらに、0.3mm, 0.5mmの線幅におけるスペースが1mmの破線にも認知できていないものが存在し、この条件も不適切であることが示唆されている。また、0.1mmの線幅の破線に関しては、スペースが0.5mm, 1mmという条件以外にも認知できないものが存在している。

被験者Cの結果は、0.1mmの線幅の破線、および0.3mm以上の線幅の破線であっても、短線と短線の間スペースが0.5mm, 1mmの破線と短線の長さが1mmの破線は不適切であることを示している。

5) 被験者Dの結果

被験者Dは、眼疾患が網膜色素変性であり、求心性視野狭窄を伴っている。近距離視力は0.04であり重度の弱視である。この眼疾患は夜盲も伴う

ため、実験開始前に刺激表面照度 550lx という条件について確認したところ、十分見えるとの回答を得ており、夜盲に関しては本実験に影響を及ぼしていない。ただし、視力が低下し始め6年が経過し、現在も進行中であるため、見えなくなることへの不安感強い。

被験者の結果を表5に示した。検査した120種類の破線中、51種類が認知可能であった。0.1mmの線幅の破線は認知できず、重度の弱視者には0.1mmの線幅は用いるべきでないことが明らかである。また、0.7mmの線幅の破線でも認知できないものがあり、より限定された適切な破線の条件が存在することを示している。0.3mmと0.5mmの線幅の破線では0.5mm, 1mmのスペースのもの、および短線の長さが1mmのものは認知されおらず、不適切なことが明らかである。また、0.7mmの線幅の破線でも0.5mm, 1mmのスペースのものが認知されおらず、0.5mmの線幅の破線ではスペースの長さが2mmの破線も認知されていないものがあり、この条件も低視力状態では不適切である。また、被験者AとBで見られたスペースの割合が高い破線も認知しにくい傾向が示されている。すなわち、線幅が0.1mm, 0.3mm, 0.5mmのもので、短線

1 mm, スペース 3 mmの破線, 短線 1 mm, スペース 4 mmの破線, 短線 1 mm, スペース 5 mmの破線は認知できていない。

#### IV. 考察

実験 1 及び実験 2 を通して, ほぼ同一の結果が得られた。共通している点は, 0.5mmおよび 1 mmのスペースの破線は認知しにくいこと, 短線の長さが 1 mmの破線は認知しにくいことである。

一方, 破線の線幅としては, 実験 1 では中間透光体混濁弱シミュレーションでは0.3mmの線幅の破線は, 0.5mm, 0.7mmの線幅の破線よりも正答数が少ないことが示された。実験 2 では被験者 B が白内障眼での実験参加であることから, この中間透光体混濁弱視シミュレーションと比較可能である。その結果, 0.1mmの線幅であっても, 近距離視力が0.1以上であれば, 認知可能な破線の条件が存在することが明らかとなった。

また, 近距離視力が0.04の被験者においては, 0.5mmおよび 1 mmのスペースの破線だけでなく, 2 mmのスペースの破線でも認知できないものがあり, この条件も不適切である可能性が示唆された。これは, 近距離視力用ランドルト環0.04の切れ目幅が2.25mmであることと関連していると考えられる。

ランドルト環の切れ目幅を指標とした場合, 被験者 A は0.45mm, 被験者 B は0.60mm, 被験者 C は1.0mm, 被験者 D は2.25mmが閾値となる。これらと各被験者の結果を比較すると, 見にくい破線の条件とランドルト環の切れ目幅の大きさはほぼ一致していることがわかる。ただし, 例えば被験者 A においては, 0.1mm, 0.3mmの線幅の破線ではあてはまるが, 0.5mm, 0.7mmの線幅における0.5mmのスペースの破線はすべて認知されている。しかし, 見やすい条件で考えるのであれば, 一人一人の弱視児に適した破線の条件を考える上でランドルト環の切れ目幅を一つの指標にすることは有効な方法であると考えられる。

この点を検討するため, 線幅に関しては小林 (1997) の弱視児が認知することの出来る線幅の予測式を用い, 破線の条件は被験者の近距離視力値のランドルト環の切れ目幅を指標として, 認知が可能であると考えられる破線のデータを抽出し, その認識率を表 6 に示した。被験者 A, B, C に

表 6 ランドルト環を基準とした認識率

被験者	A	B	C	D
認知できた破線数	72	75	72	25
破線数	75	75	75	27
認識率	96%	100%	96%	92.5%

ついては, 0.1mmの線幅の破線とスペースの長さが0.5mmの破線を, 被験者 D については0.1mmの線幅の破線と短線の長さが 1 mm, 2 mmの破線, スペースの長さが0.5mm, 1 mm, 2 mmの破線を除外したデータを用いている。

表からも明らかのように, どの被験者の認識率も90%以上でありこの基準を用いることは妥当であると考えられる。すなわち, 小林 (1997) の予測式から算出した線幅を用い, 破線の構成としてはランドルト環の切れ目幅を指標とすることで, 個々の弱視者に適した破線が決定できる。

一方, 個々の弱視児の視機能の状態に応じて教材を作成する必要性とともに, 平成 4 年度から小学校用の国語 (光村図書) の検定教科書が原本) と算数 (啓林館) の検定教科書が原本) の拡大教科書が, 全国の盲学校や弱視特殊学級で利用されている。このように, 個々の視機能の状態に対応させず, 多くの弱視児に見やすい条件も必要となってくる。この観点に立ち, 近距離視力が0.04で中間透光体に混濁がある場合を想定すると, 小林 (1997) の予測式から線幅は0.5mmであり, 近距離視力用ランドルト環の0.04の切れ目幅は2.25mmであることから, 短線の長さ, スペースの長さとも 3 mm以上という条件が基準になると考えられる。ただし, 現実的な弱視児・者の視距離を考慮した条件では, 20cm程度の視距離が適切であり (小林, 1993), 破線の条件は短線の長さ, スペースの長さとも 2 mm以上が基準となるであろう。

さらに, 実験 2 の被験者 A, B, D の 3 名に見られたように短線とスペースの割合を比較したとき, スペースの割合が高い構成の破線は認知しにくい傾向が示されており, この条件の破線は弱視児への適用は避けるべきであると考えられる。

#### 文献

- 1) Carl, D. (1977) : Vision and Visual Comfort. Audiovisual Instruction, 22(7), 18-19.

- 2) Ермаков, В.П. (1987) : ОБУЧЕНИЕ СЛАБОВИДЯЩИХ ДЕТЕЙ ЧТЕИЮ ГРАФИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ. МОСКВА 《ПРОСВЕЩЕНИЕ》.  
大城英名・内田芳夫訳 (1992) : 弱視のグラフィックの視覚的認知の診断と教育.
- 3) 五十嵐信敬 (1989) : 弱視児の視知覚と指導. 視覚障害研究, 30, 3-19.
- 4) 小林秀之・五十嵐信敬 (1993) : 弱視児の図形認知に関する実験的研究—提示条件と認知の正確性との関連を中心にして—. 心身障害学研究, 17, 11-22.
- 5) 小林秀之・五十嵐信敬 (1997) : 弱視者が認知しやすい2線の線幅に関する考察. 心身障害学研究, 21, 9-20.
- 6) 小林秀之 (1997) : 弱視者の線の認知に関する基礎的研究. 特殊教育学研究, 35(1), 23-32.
- 7) 黒川哲字 (1944) : 弱視のための文字拡大をめぐるエッセー. 視覚障害に学ぶ谷村裕教授退官記念論文集, 127-136.
- 8) 中野泰志・千田耕基 (1991) : 透光体に混濁のある弱視児H Aにおけるコントラストポラリティ効果の測定—教材作成への応用の可能性について—. 国立特殊教育総合研究所研究紀要, 18, 103-114.
- 9) 中山愛子 (1967) : 弱視者の事物認識について—地図を中心とした図形の修正. 弱視教育, 5 (2), 22-30.
- 10) 中山富士雄 (1977) : 地形図の拡大効果を中心とした弱視児の視認力について. 盲心理研究, 19, 59-93.
- 11) 西山兼治 (1967) : 線分の長短及び波状線分・形の大小知覚の確かさに関するテスト研究. 弱視教育, 5 (2), 83-87.
- 12) 日本弱視教育研究会 (1993) : 弱視児に対する拡大教材の必要性和望ましい教材拡大のあり方II. 平成4年度文部省「教育方法の改善に関する調査研究」委託研究報告書.
- 13) Nolan, C.Y. (1960) : A Study of Pictures for Large Type Books. The International Journal for The Education of The Blind, 9(3), 67-70.
- 14) Show, A. (1969) : Print for Partial Sight. The Library Association, London.
- 15) 谷村 裕 (1967) : 弱視者の事物認識について—そのII. 理科図形の修正上の問題点. 弱視教育, 5 (3), 48-63.