文字の平体化が読みに及ぼす影響

Effects of extended typefaces on reading performance

高木　琉亜・川嶋　英嗣
（愛知淑徳大学健康医療科学部視覚科学専攻）

Rua TAKAGI and Hidetsugu KAWASHIMA
（Orthoptics and Vision Science Course, Faculty of Health and Medical Sciences, Aichi Shukutoku University）

要旨：

目的：文字の縦幅を縮める平体化は縦書き文章について視野内の文字数を増やす効果を期待できる。本研究では文字の平体化が読み成績に及ぼす影響について正常視力条件下と人工的視力低下条件下で検討することを目的とする。

方法：矯正視力 1.0 以上の 32 名を対象とした。文章刺激は 1 行 10 文字 3 行の縦書き文章とし、平体率は 100%、79%、63%、50%、40%、32%、25%の 7 種類であった。正常視力条件とバンガータフィルタを用いた人工的視力低下条件において、文字サイズ別に読書速度を測定し、平体条件別に臨界文字サイズ、最大読書速度、読書視力を推定した。

結果：人工的視力低下条件において、臨界文字サイズは平体率 100% のときに対して 79%、63% のときでは有意差が認められず、最大読書速度は平体率 100%に対して有意差のある平体率条件は認められなかった。読書視力は全ての平体率条件で 100%のときより有意に大きくなった。

考察：60 ～ 70%まで平体化しても臨界文字サイズは変わらないが、それ以上の変形を行う場合は平体率 100%で推定される臨界文字サイズよりも大きいサイズを目標に拡大率を算出する必要がある。

キーワード：平体、MNREAD-J、読書、臨界文字サイズ

1．目的

ロービジョンの読み困難を改善するための拡大を拡大補助具で行うとき、拡大鏡や拡大読書器の視界や呈示領域は有限であるため、文字サイズを大きくするほど一度に見える文字数は減少する。そこで読材料の文字を変形させることは、限られた領域内にできるだけ多くの文字を入れることができ、一度に見える文字数を増やすことが期待できる。たとえば長体化は横書き文章の、平体化は縦書き文章の一行の文字数を増やすことが可能となる。しかし文字を変形させることは読みにくさを引き起こす可能性があり、正体からどれくらいの変形まで読みには影響しないかを明らかにしておく必要がある。

読みの成績は、文字サイズ別に読書速度を測定することで得られる読書曲線から、臨界文字サイズ、最大読書速度、読書視力という 3 つの指標で評価することができる（図 1）。これらの指標を用いて、宮下・鈴木・小田・大西・渡邊

連絡先：bazu.onion111@gmail.com　受稿：2022/3/30

(2010) は長体化が読みに及ぼす影響を正常視力条件下で、中野 (2014) は長体変形を考慮してデザインされたコンデンス書体の読みの特徴を視力低下条件下で検討している。しかし平体化がどのように読みに影響するかはこれまで明らかにされていない。そこで本研究では、文字の縦横比を系統的に変化させながら読書曲線への影響を調べることで、文字の平体化が読みにどのような影響を及ぼしているかについて、視覚正常者を対象に正常視力条件下と人工的視力低下条件下で検討することを目的とする。

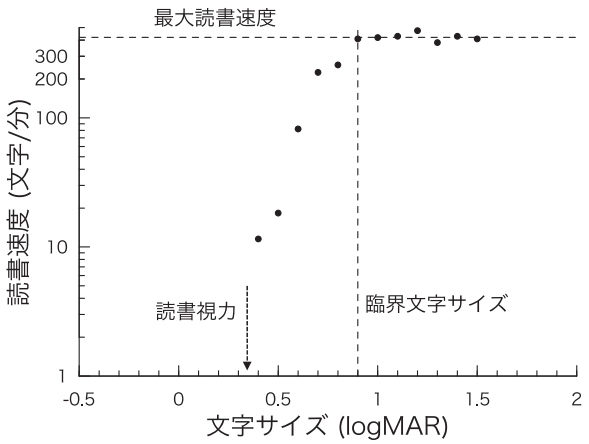

図1　読書曲線の例と臨界文字サイズ、最大読書速度、読書視力

2．方法

2.1.　被験者

矯正視力 1.0 以上で平均年齢 21.13 歳（*SD* = 0.96）の 32 名が参加した。被験者には本実験の目的、測定内容について実験開始前に説明し、参加について書面での同意を得た。本研究の実施にあたっては、愛知淑徳大学健康医療科学部医療貢献学科視覚科学専攻倫理委員会の承認を得た。

2.2.　刺激・装置

2.2.1.　文章刺激：読書チャート MNREAD-J を参考に Adobe Illustrator で自作した。文章刺激は 1 行 10 文字の 3 行で構成された 30 文字の縦書きであり、30 文字中に含まれる漢字は教育漢字 8 文字に限定した。全条件で異なる文章とするために、小田・高橋 (2020) による MNREAD-J 自動生成文を使用した。書体は DFP 平成明朝体 W3 であり、刺激は高画質インクジェットプリンター（富士フィルム社製プリモジェット）で白紙に黒文字で印刷した。文字輝度は 0.9 cd/m^2、背景輝度は 102.5 cd/m^2 であり、コントラストは 0.98 であった。

2.2.2.　平体条件：正体を平体率 100% として、0.1 log unit ずつ、7 条件（100, 79, 63, 50, 40, 32, 25%）を設定した（図 2）。

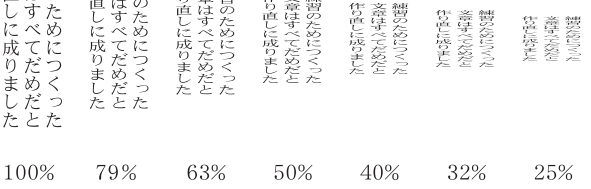

図2　平体条件の例。図中の数値は平体率を表す

2.2.3.　文字サイズ条件：文字幅で文字サイズを定義し、−0.4 ～ 1.4 logMAR の範囲で 0.1 logMAR ずつ 19 段階を設定した。

2.2.4.　フィルタ条件：人工的視力低下条件は、Ryser 社製 Bangerter filter の 0.1 を 0 diopter レンズに貼り付け、検眼枠に入れることで作成した。フィルタを装用する「あり」条件と装用しない「なし」の 2 条件を設定した。Freiburg acuity test で測定した結果、32 名の平均 logMAR 値は、なし条件で −0.28 logMAR（*SD* = 0.04）、あり条件で 0.39 logMAR（*SD* = 0.12）であった。

2.3.　手続き

2.3.1.　実験手続き：実験は文字サイズ条件別の読書速度の測定を平体条件別に実施した。検査距離は 30cm であり、被験者は呈示された刺激を両眼で観察した。各平体条件において、測定は最も大きい文字サイズ 1.4 logMAR 条件から開始した。被験者の課題は呈示された文章刺激をできるだけ速くかつ正確に音読することであり、記録された所要時間と誤答数から読書速度（1 分間に正しく音読できる文字数）を算出した。次に呈示する刺激は 1 段階小さくした文字サイズ条件であり、各平体条件での測定は 1 文字も読めなくなる文字サイズ条件で終了し

た。各被験者において、フィルタ条件、平体条件は無作為順で実施した。

2.3.2.　読書曲線の分析方法：Mansfield の方法（Legge, 2007）を用いて、臨界文字サイズ、最大読書速度、読書視力を推定した。これらの値の推定はフィルタ条件、平体条件別に行った。

3．結果

3.1.　臨界文字サイズ

対応のある二元配置分散分析の結果、平体条件の主効果（$F(6, 186) = 132.24, p < .001$）、フィルタ条件の主効果（$F(1, 31) = 821.71, p < .001$）、平体条件とフィルタ条件の交互作用（$F(6, 186) = 6.28, p < .001$）が有意であった。ホルム法による多重比較より、平体率 100% に対してどの平体率条件で臨界文字サイズに有意な違いが認められるか調べたところ、フィルタなし条件では 79% との間で差は認められなかったが、その他の平体率条件では 100% のときよりも有意に大きくなっていた。フィルタあり条件では 100% に対して 79% と 63% では有意差は認められなかったが、その他の平体率条件で臨界文字サイズは有意に大きくなっていた（図３）。

3.2.　最大読書速度

対応のある二元配置分散分析の結果、平体条件の主効果（$F(6, 186) = 9.67, p < .001$）、フィルタ条件の主効果（$F(1, 31) = 9.09, p < .01$）、平体条件とフィルタ条件の交互作用（$F(6, 186) = 4.27, p < .001$）が有意であった。ホルム法による多重比較より、フィルタなし条件では平体率 100% に対して 79% と 25% では有意に遅くなっていた。フィルタあり条件では、100% と有意差が認められた平体率条件はなかった。

3.3.　読書視力

対応のある二元配置分散分析の結果、平体条件の主効果（$F(6, 186) = 811.52, p < .001$）、フィルタ条件の主効果（$F(1, 31) = 3123.65, p < .001$）、平体条件とフィルタ条件の交互作用（$F(6, 186) = 9.99, p < .001$）が有意であった。ホルム法による多重比較より、フィルタなし条件、あり条件ともに平体率 100% に対して全ての平体率条件で読書視力は有意に大きくなっていた。

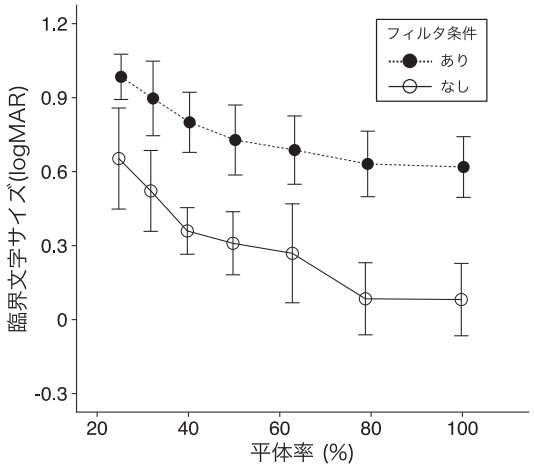

図３　平体率別の臨界文字サイズ

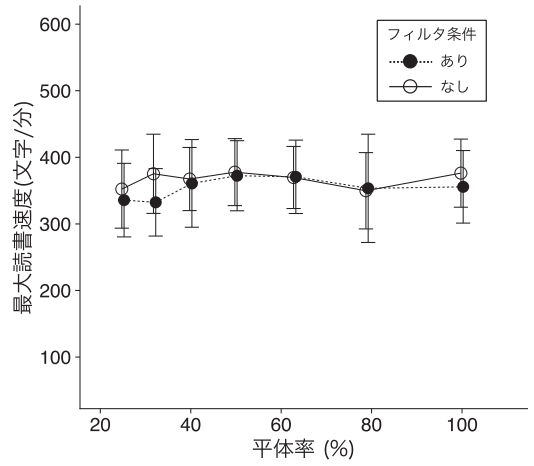

図４　平体率別の最大読書速度

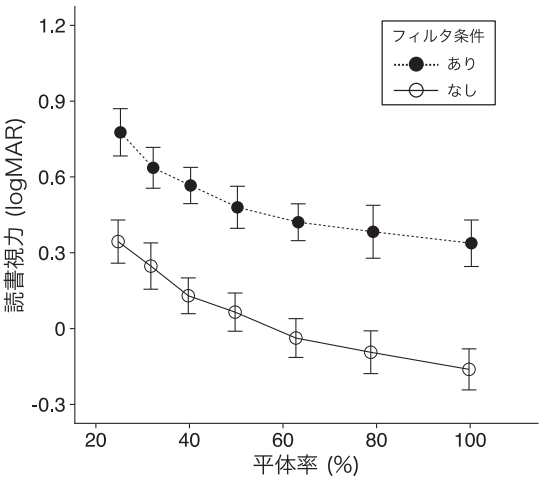

図５　平体率別の読書視力

4．考察

本研究の結果から、読みを評価する３つの指標に文字の平体化が及ぼす影響を次のようにまとめることができる。臨界文字サイズについては、文字幅に対して文字高を 79%、または 63% まで圧縮する平体化を行っても影響はないが、

それ以下に平体化すると大きくなった。最大読書速度は、一部の平体条件で遅くなっていたが、それらの条件下でも平均値は 1 分間に 300 文字以上であったこと、その他の平体条件では影響が認められなかったことから、平体化の影響はほとんどないと考えられる。読書視力は平体化によって大きくなった。

文字の長体化について、宮下ら（2010）は本研究の平体条件と同じ変形率を用いて長体率を系統的に変化させて、読書曲線にどのような影響を及ぼしているかを調べている。その結果、63% まで文字幅を圧縮した長体化を行っても、臨界文字サイズと読書視力には影響しないこと、最大読書速度に長体化の影響は認められなかったことを報告している。臨界文字サイズと最大読書速度については本研究の平体化と類似した結果であるが、読書視力、すなわちかろうじて読むことのできる文字の大きさについては、平体化を行うことは長体化よりも影響が大きい可能性がある。今後この点を明確にするためには、同一被験者に対して平体化と長体化両方について文字変形が読みに及ぼす影響を調べる必要がある。

限られた領域内で拡大した教材を見せるとき、拡大補助具で拡大した文字を読むとき、視野狭窄など制限された視野内で読むときに、できるだけ多くの文字を一度に見るためには、長体化や平体化といった文字変形は有効であると考えられる。個々の読書曲線から得られる臨界文字サイズという読みやすい文字の大きさに関する指標は、拡大を行うときの重要な情報であり、臨界文字サイズを目標サイズとして読みたい文字サイズとの関係から拡大率が計算される（田中 , 2019）。文字変形をしていない正体が用いられている MNREAD-J で測定された臨界文字サイズに基づいた拡大を行って、読材料の文字に 60 ～ 70% の変形を加えても臨界文字サイズは変わらないため読書速度に影響はない。しかし、それ以上に圧縮して変形した場合、臨界文字サイズは大きくなっているため、正体の MNREAD-J で推定された臨界文字サイズに合わせて文字サイズを大きくしていても、最大読書速度には達しない可能性がある。その場合の拡大は、正体での臨界文字サイズよりも大きい文字サイズを目標サイズとする必要がある。25% まで平体化を行った場合の臨界文字サイズは、正体のときと比べて 2 ～ 4 倍大きくなることが本研究で示された。

文献

Legge, G. E.（2007）*Psychophysics of Reading in Normal and Low Vision*. Mahwah, NJ & London: Lawrence Erlbaum Associates.

宮下佳子・鈴木理子・小田浩一・大西まどか・渡邊祐理（2010）文字の長体化における読みやすさへの影響．視覚障害リハビリテーション研究発表大会プログラム・抄録集，19，33.

中野泰志（2014）コンデンス書体の可視性・可読性に関する実験的検討ー低視力シミュレーションによる検討ー　日本ロービジョン学会誌，14，44-51.

小田浩一・高橋あおい（2020）読書評価のためのテスト文の自動生成と実用性の検証．第 21 回日本ロービジョン学会学術総会．スライド発表，7/3-12，Web 開催.

田中恵津子（2019）視覚補助具を的確に選定しよう．神戸アイセンター病院（編），ポイントマスター！ロービジョンケア外来ノート．三輪書店，41-85.