
《研究ノート》

ディスレクシアの視覚処理障害理論に関する考察

— Goswami(2015)のレビュー論文を基に —

杉本明子

アブストラクト

本稿では、Goswami (2015) のレビュー論文で取り上げられている視覚処理障害の研究に関する批評を取り上げ、視覚処理障害をディスレクシアの原因であると指摘する先行研究の問題点を研究デザインの観点から概観した。

キーワード

ディスレクシア 視覚処理障害理論 大細胞障害理論 視覚注意障害理論 研究デザイン

Key Word

dyslexia, theories of deficits in visual processing, magnocellular theory, impairments in visual attention, research designs

はじめに

近年、ディスレクシア（発達性読み書き障害）の原因として感覚障害を指摘する研究が活発に行われ、様々な感覚障害理論が提唱されてきたが、それらの研究は異なる研究方法に基づいて行われており、ディスレクシアの原因として実際に感覚障害が存在するのか否かについて詳細に検討することが重要である。Nature Reviews (Neuroscience) に掲載されたGoswami (2015) のレビュー論文では、感覚障害をディスレクシアの原因と指摘する様々な研究を批判的に検討し、ディスレクシアの神経学的基盤を解明するための研究方法について提案している。本稿では、Goswami (2015) のレビュー論文で取り上げられている感覚障害理論のなかでも特に視覚処理障害の研究に関する批評を概観し、ディスレクシアの視覚処理障害に関する研究の今後のあり方について考察する。

感覚障害はディスレクシアの原因か、それとも結果か？

Goswami (2015) は、感覚障害をディスレクシアの原因であると指摘する多くの研究に対して、(1) 感覚障害はディスレクシアの原因ではなく、文字を読む経験が少ないという結果から引き起こされた可能性がある、(2) 感覚処理能力は幼児・児童期の全ての学習の根底にあるため、読むことにのみ影響を与える感覚障害を想定することは説得的ではない、(3) 読みの学習開始時期は比較的遅いため (5歳頃以降)、読みの学習を始める前に感覚障害の認知的影響は明らかになっているはずである、と主張している。読字に関する経験が少なれば感覚処理能力が十分に発達せず、ディスレクシア児に顕著に認められる感覚障害を引き起こす可能性がある、というのがGoswamiの主な見解である。例えば、文字を目で追っていく時に、眼球運動の制御や視空間注意スキルを訓練する機会を得ることができるが、ディスレクシア児は文字を読む経験が少ないので、結果的に健常児よりも視覚情報処理能力が劣ってしまうことになる。すなわち、多くの先行研究においてディスレクシア児が視覚処理障害などの感覚障害を持っていることが指摘されてきたが、感覚障害はディスレクシアの根本的な原因ではなく、文字を読む経験が少ないことの影響によるものであるというのである。

Goswamiは、多くの先行研究で指摘されてきたディスレクシア児の感覚障害がディスレクシアの原因であるか、結果 (文字を読む経験が少ない影響) であるかを解き明かすための研究デザインを提案し (cf. 表1)、この研究デザインの枠組みから従来の研究結果の妥当性を検討している。視覚処理障害の理論として検討されているのは、大細胞障害理論 (magnocellular theory) と視覚注意障害理論 (impairment in visual attention) である。

大細胞障害理論

大細胞障害理論は、ディスレクシア児には眼球運動の制御や視覚的な注意に関わる大細胞システムに障害があり、左右の眼の動きの制御や文字列の表象上の注意を移動させることがうまくできないために、文字がブレて見えたり、文字が逆に見えたり (“saw” → “was”)、長い単語の読みが困難になるという説である (Stein & Walsh, 1997)。ディスレクシアの子どもや成人の脳画像研究において、視覚野外線条皮質 (extrastriate visual cortex) の眼球運動に関わる脳の領域 (V5) が健常児・者と比較すると不活性であることが示されており (Eden et al, 1996)、大細胞障害理論を支持する証拠であると思われる。しかし、Goswamiは、この研究の対象群は読み年齢群 (ディスレクシア児と同じ読み能力レベルの実年齢が下の子どもの群) ではなくて同年齢群 (ディスレクシア児と実年齢が同じ子どもの群) であるために因果関係を特定できないとしている (cf. 表1)。

他にもディスレクシア児の両眼制御や視覚的注意に関わる様々な研究が行われてきた。イタリアの研究では、ディスレクシア児は同年齢群や読み年齢群よりも錯視現象を用いた検査 (Frequency Doubling Illusion) の閾値が高い (Gori, Cecchini, Bigoni, Molteni & Fa-coetti, 2014) という結果が示されている一方で、ドイツの研究では、両眼離反運動や連続追尾などにおいて、ディスレクシア児は同年齢群と同等の眼球運動パターンを示す (Hut-zler, Kronbichier, Jacobs & Wimmer, 2006) という報告もある。また、オランダにおける

表1 感覚障害がディスレクシアの原因か結果かを検討するための研究デザイン
(Goswami, 2015 より作成)

-
- (1) **読み能力レベル対応デザイン (Reading level-matched design)**: ディスレクシア児 (例: 10 歳児) と同じ読み能力レベルの実年齢が下の子ども (例: 7 歳児) を対象群とするデザイン。ある課題において、ディスレクシア児の方が読み年齢対応児よりも成績が悪ければ、研究対象としている要因と読み能力の間に因果関係があることが示唆される。なぜなら、ディスレクシア児はより高い精神年齢とメタ認知スキルを持っているからである。ディスレクシア児と実年齢が同じ健常児と比較しても、読みの経験に差異があるために、因果関係は特定できない。
 - (2) **非識字の成人の研究 (Research with illiterate adults)**: 文字の読み書きを教えられた経験がなく、特定の文字処理システムを発達させたことがないが、文字を使用する文化で育った成人を対象とする研究デザイン。非識字の成人が、文字や語句に関する感覚処理能力を測る課題 (ディスレクシア児が読み年齢児よりも成績が悪い課題) で問題がないならば、ディスレクシア児の感覚障害は読み経験の不足の結果であることを示唆する。
 - (3) **未就学児の研究 (Research with pre-readers)**: 幼児や文字を学習する前の子ども達に、感覚障害を検査する課題を課す研究デザイン。課題の成績から感覚障害が認められる子ども (将来ディスレクシアになる可能性がある子ども) を特定し、文字の学習が始まると読みの獲得に影響がでるか否かを調べる。
 - (4) **縦断的研究 (Longitudinal studies)**: 同じ子ども達の学習過程を追跡し、時間的に原因と結果を特定する研究デザイン。ベストの研究デザインであるが、滅多に行われない。
 - (5) **訓練研究 (Training studies)**: ディスレクシア児に訓練を行う研究デザインで、発達の因果関係を特定するためには最強のテストである。もし、感覚処理過程 A が認知障害 B を引き起こすならば、A の訓練により B が改善されるはずである。対照群は、研究対象である感覚処理に関連する訓練以外の同じ訓練を受ける必要がある。
 - (6) **言語間比較研究 (Cross-language studies)**: 感覚障害がディスレクシアの主な原因であるならば、多くの言語においてディスレクシア児に感覚障害が認められるはずである。言語によって感覚障害の表れ方は異なるかもしれないが、定型発達児と比較することにより予測可能である。
 - (7) **他の認知システムへの影響の研究 (Testing effects on other cognitive systems)**: 感覚障害があれば他の認知システムの発達にも影響を与えるはずである。例えば、聴覚処理障害が言語認知だけでなく音楽認知にも影響を与えるなど。
-

家系的にディスレクシアになるリスクがある就学前の子どもの縦断的研究では、物体の一貫した運動の知覚能力と1年後の読み能力は統計的に有意な相関がある (Boets, Wouters, van Wieringen, De Smedt & Ghesquiere, 2008) と報告されているが、イギリスのディスレクシアではない就学前の子どもの研究では、その後の読み能力は物体の一貫した知覚能力と相関はなく、錯視現象を用いた検査 (Frequency Doubling Illusion) の結果と関連していることが見いだされた (Kevan & Pammer, 2009)。このように矛盾した結果が報告されてきたが、Goswamiは表1に示した研究デザインを用いた組織的研究により、現在の矛盾した結果を明確化することができるだろうと言っている。さらに、ディスレクシア児に音韻解読スキルのトレーニングを実施し、その前後で眼球運動に関わる脳の領域 (V5) の活動量に関して脳画像で診断した研究において、事後テストではV5の活動量と読みのスキルが増加したことが示された研究 (Olulade, Napoliello & Eden, 2013) を取り上げ、大細胞システムの機能と読み能力は、読みの経験に関係することが示唆されるとGoswamiは指摘している。

視覚注意障害理論

視覚注意とは、豊富な視覚情報の中から、最も関連する情報を選択し、関連しない情報を抑制して処理することを可能にすることである。先行研究において、ディスレクシアの原因として視覚注意障害があることが示唆されてきた。注意範囲障害 (impaired visual attention span) と空間視覚注意障害 (impaired visuospatial attention) が主要な理論であるが、本稿では前者を取り上げる。

視覚注意の範囲は、感覚情報入力に対する軽微な妨害にも関わらず視覚的情報を維持できる量である。先行研究において、ディスレクシア児では視覚注意の範囲が狭く、複数の項目の列を処理する能力に障害があるために読みの発達が妨げられることが示唆されてきた (e.g., Bosse & Valdois, 2003; Bosse, Tainturier & Valdois, 2007)。一般に、視覚注意の範囲は、視覚的注意が向けられて同時に処理できる個別の要素の数で測定される。例えば、実験課題では、文字や記号などの5つの要素の列が提示され、被験者に全ての要素や特定の位置にある1つの要素を解答させて、正答率と反応時間を測定するという方法が取られる。通常、1・3・5番目の要素の正答率が高く (W-shape)、反応時間が短い (M-shape)。2・4番目の要素の正答率が低く、反応時間が長い原因は、群集効果 (crowding effects) — ターゲットの側面に位置する要素の視覚的妨害 — によると言われている。

イタリアの研究では、ディスレクシア児は同年齢群よりも群集効果が高く (Spinelli, De Luca, Judica, & Zoccolotti, 2002; Zoccolotti, De Luca, Di Pace, Judica, Orlandi, & Spinelli)、フランスの研究では、ディスレクシア児は同年齢群よりも視覚注意の範囲が狭いことが示されている (Bosse, Tainturier & Valdois, 2007; Bosse & Valdois, 2009)。しかしながら、Goswamiは、Bosse & Valdois (2003) の「読み能力レベル対応デザイン」(cf. 表1) による研究において、9歳から14歳のディスレクシア児 (読み年齢は7歳) は、読み年齢群 (8歳児) よりも音韻解読スキルと視覚注意の範囲において劣っていることが示されたことを取り上げ、前述のイタリアとフランスの同年齢児を対象群とした研究において示されたディスレクシア児の視覚注意の範囲が狭いという結果は、読み経験が少ないことによる影響 (すなわち、ディスレクシアの原因ではなくて結果) である可能性があると指摘している。また、Goswamiは、ディスレクシア児は、文字や数字が用いられた実験課題では同年齢群よりも視覚注意の範囲が劣っているが、見慣れない記号や色の点を用いた課題では同年齢群と同等の成績を示す研究結果 (Ziegler, et al., 2010) を取り上げ、同様に、視覚注意障害はディスレクシアの原因であると確定できず、読み経験の不足の結果である可能性があると主張している。さらに、この他にも様々な視覚注意障害の研究が行われてきたが、今後、他の言語のディスレクシアで追試を行い同様の結果が得られるかを検討すること、これまで行われていない「縦断的研究」と「訓練研究」を実施することが重要であると提言している。

今後の課題

以上、Goswamiのディスレクシアの視覚処理障害理論に関する批判的レビューを概観したが、簡潔に述べると、ディスレクシアの原因として感覚障害が存在することを主張する

これまでの研究は、研究デザインの観点から因果関係を特定するに十分なエビデンスを示すに至っていない、ディスレクシア児に広くみられる感覚障害はディスレクシアの原因ではなく読み経験不足により引き起こされた結果である可能性が高いということであろう。これに対して、Lobier & Valdois (2015) は、ディスレクシア児に認められる視覚注意障害を全て読み経験の少なさに帰属させることはできないと主張し、Goswamiが提案した研究デザインに基づいて実施された視覚注意障害の研究においても視覚注意障害がディスレクシアの原因であることを示唆する結果が示されていると批判している。このように、「感覚障害はディスレクシアの原因か、それとも結果か?」という問題は、現在、ディスレクシアの研究において非常にホットな話題であると言えるが、これまでの研究の流れからを考慮すると、未だ明確な結論を得るに十分なエビデンスが得られていないと言える。

日本語においても、ディスレクシア児が文字を反転して読む、複雑な漢字を読み間違える、文字が入り組んだ状態では読むのが難しいなど、視覚処理障害が原因であると思われる読みの行動特性を有していることが報告されており(杉本, 2017)、これまで欧米で行われてきた視覚処理障害の研究を日本語においても行い、共通点・相違点を明らかにしていくことが必要である。欧米言語の書記体系と全く異なる日本語の書記体系の視覚処理障害について明らかにしていくことで、ディスレクシアと感覚障害の因果関係を解明する重要な手がかりを提供できる可能性がある。その際に、Goswamiが提言しているように、感覚障害がディスレクシアの原因か結果かを明確にする研究デザイン — 「読み能力レベル対応デザイン」「未就学児の研究」「縦断的研究」「訓練研究」など — に基づいて研究を実施していくことが重要であろう。

引用文献

- Boets, B., Wouters, J., van Wieringen, A., De Smedt, B., & Ghesquiere, P. (2008). Modeling relations between sensory processing, speech perception, orthographic and phonological ability, and literacy achievement. *Brain and Language*, *106*, 29-40.
- Bosse, M. L., & Valdois, S. (2003). Patterns of developmental dyslexia according to a multi-trace memory model of reading. *Current Psychology Letters*, *10*. Available: <http://cpl.revues.org/document>.
- Bosse, M. L., & Valdois, S. (2009). Influence of the visual attention span on child reading performance: a cross-sectional study. *Journal of Research in Reading*, *32*, 230-253.
- Bosse, M. L., Tainturier, M. J., & Valdois, S. (2007). Developmental dyslexia: the visual attention span deficit hypothesis. *Cognition*, *104*, 198-230.
- Eden, G. et al. (1996). Abnormal processing of visual motion in dyslexia revealed by functional neuroimaging. *Neuron*, *21*, 279-282.
- Gori, S., Cecchini, P., Bigoni, A., Molteni, M., & Facoetti, A. (2014). Magnocellular-dorsal pathway and sub-lexical route in developmental dyslexia. *Frontiers in Human Neuroscience*, *8*, 460.
- Goswami, U. (2015). Sensory theories of developmental dyslexia: three challenges for research. *Nature Reviews Neuroscience*, *16*, 43-54.
- Hutzel, F., Kronbichler, M., Jacobs, A. M., & Wimmer, H. (2006). Perhaps correlational but not causal: no effect of dyslexic readers' magnocellular system on their eye movements during reading. *Neuropsychologia*, *44*, 637-648.
- Kevan, A., & Pammer, K. (2009). Predicting early reading skills from pre-reading measures of dorsal stream functioning. *Neuropsychologia*, *47*, 3174-3181.
- Lobier, M., & Valdois, S. (2015). Visual attention deficits in developmental dyslexia cannot be ascribed solely to poor reading experience. *Nature Reviews Neuroscience*, *16*, 225.

- Olulade, O. A., Napoliello, E. M., & Eden, G. F. (2013). Abnormal visual motion processing is not a cause of dyslexia. *Neuron*, *79*, 180-190.
- Spinelli, D., De Luca, M., Judica, A., & Zoccolotti, P. (2002). Crowding effects on word identification in developmental dyslexia. *Cortex*, *38*, 179-200.
- 杉本明子 (2017). 「ディスレクシア児の読字過程の認知・行動特性 — 質問紙調査による読字障害のサブタイプと読字障害尺度の検討 —」. (日本心理学会), 久留米大学 (福岡県久留米市).
- Zoccolotti, P., De Luca, M., Di Pace, E., Judica, A., Orlandi, M., & Spinelli, D. (1999). Markers of developmental surface dyslexia in a language (Italian) with high grapheme-phoneme correspondence. *Applied Psychologist*, *20*, 191-216.

付記

本研究は、科学研究費基盤研究(B)「ディスレクシア児の読字における視覚言語情報処理の特性と発達に関する脳科学研究」(課題番号：18H01042/研究代表者：杉本明子)の助成を受けた。