異常3色覚と診断された先天赤緑色覚異常者における Lanthony desaturated panel D-15 testの意義

宮崎かづき¹⁾・柏田てい子¹⁾・林 孝彰¹⁾・北川 貴明¹⁾
久保 朗子^{1) 2)}・浦島 充佳³⁾・北原 健二¹⁾・常岡 寛¹⁾

¹⁾ 東京慈恵会医科大学眼科学講座

²⁾ 東急病院眼科

³⁾ 東京慈恵会医科大学臨床研究開発室

Interpretation of Lanthony Desaturated Panel D-15 Test in Anomalous Trichromats with Congenital Red-green Color Vision Defects

Kazuki Miyazaki¹⁾, Teiko Kashiwada¹⁾, Takaaki Hayashi¹⁾, Takaaki Kitakawa¹⁾
Akiko Kubo^{1) 2)}, Mitsuyoshi Urashima³⁾, Kenji Kitahara¹⁾, Hiroshi Tuneoka¹⁾

¹⁾ Department of Ophthalmology, The Jikei University School of Medicine

²⁾ Department of Ophthalmology, Tokyu Hospital

³⁾ Division of Clinical Research and Development, The Jikei University School of Medicine

要 約

目的：Lanthony desaturated panel D-15 test (Desaturated test) は、Farnsworth dichotomous test (Panel D-15) に比べ、色相を変えずに明度を上げ彩度を落とした色覚検査器で、程度判定に用いられている。今回、異常3色覚における本検査器の有用性について検討した。

対象および方法：対象は、等色法で異常3色覚と診断されPanel D-15をpassした中で、矯正視力1.0以上で眼疾患を認めない162例（男性155例、女性7例）である。Desaturated testを実施しpassかfailに判定した。本検査をpassする割合が、1型3色覚と2型3色覚で等しいかどうか χ^2 検定にて検討し、オッズ比を算出した。有意水準5%未満を有意差ありとした。また、11歳未満と11歳以上で2分し、passとfailの割合を比較した。

結果：1型3色覚では35.2% (19/54) がfailし、2型3色覚では17.6% (19/108) がfailした。両群間で有意差 ($p=0.013$) を認め、2型3色覚に比べ、1型3色覚でfailするリスクが2.5倍 (95%信頼区間1.1-5.7) 高かった。1型・2型3色覚ともに11歳未満のfailする割合が著しく高かった。

結論：Desaturated Testで程度判定を試みる場合には、1型3色覚者が2型3色覚者に比べfailしやすい傾向があること、11歳未満を対象者にした場合failする割合が高いことを念頭におく必要がある。

別冊請求先 (〒105-8461) 東京都港区西新橋 3-25-8

東京慈恵会医科大学眼科学講座 林 孝彰

Key words：先天赤緑色覚異常，1型3色覚，2型3色覚，色覚検査，Lanthony desaturated panel D-15 test

congenital red-green color blindness, protanomaly, deuteranomaly, color vision tests, Lanthony desaturated panel D-15 test

Abstract

Purpose: The Lanthony desaturated panel D-15 test (Desaturated test) consists of 16 caps, similar to the Farnsworth dichotomous test (Panel D-15). The color caps of the Desaturated test are lower chroma and higher value than those of the Panel D-15. We evaluated the Desaturated test in anomalous trichromats with congenital red-green color vision defects.

Methods: We examined 162 anomalous trichromats (155 males and 7 females) diagnosed by a Nagel Type I anomaloscope. All participants had the pass results in the Panel D-15, 1.0 or better of best-corrected visual acuity and no ocular disease. Comparisons of the Desaturated-test pass/fail results between protanomalous and deteranomalous trichromats were performed using a chi-square test (with significance at $p < 0.05$). Odds ratio (OR) was calculated. The Desaturated-test pass/fail results were compared between anomalous trichromats aged 7-10 years, and aged 11 or older.

Results: Nineteen out of 54 (35.2%) protanomalous trichromats, and 19 out of 108 (17.6%) deteranomalous trichromats had the fail results in the Desaturated test. The discrepancy was significant (OR 2.50, 95% confidence interval 1.1-5.7, $p = 0.013$). The fail ratio in anomalous trichromats aged 7-10 years was much higher than that in anomalous trichromats aged 11 or older.

Conclusion: Our results suggest that protanomalous trichromats compared to deteranomalous trichromats, and anomalous trichromats aged 7-10 years compared to aged 11 or older are likely to have the fail results in the Desaturated-test.

I. 緒 言

先天色覚異常の大部分を占める先天赤緑色覚異常は、X連鎖劣性遺伝し日本人男性の5%、女性の0.2%にみられる。先天赤緑色覚異常は、等色法により異常3色覚（いわゆる色弱）と2色覚（いわゆる色盲）に大別される。異常3色型は3種類の錐体視物質（L視物質、M視物質、S視物質）をもっているが、1種類が正常と異なるタイプであり、LおよびM視物質の異常が、それぞれ1型3色覚、2型3色覚と分類される。2色覚は、1種類の錐体視物質が欠如したタイプであり、LおよびM視物質の欠如が、それぞれ1型2色覚、2型2色覚と分類される。

先天赤緑色覚異常の程度判定を目的とする検査法のひとつとして色相配列法がある。1943年、米国の心理学者FarnsworthはMunsell Book of Colorで、等明度、等彩度の100色相の中から85個の色票を選び、これを色相の順に配列させる色覚検査法を考案した（Farnsworth-Munsell 100 Hue Test）¹⁾。弁色能を程度定量化することのできる精密度の高い検査であったが、検査時間が長く、検査器の容積が大きいという欠点をもっていた。Farnsworth は色相の数を減じ

たDichotomous test B-20を考案し、さらにその後、改良を加えたFarnsworth dichotomous test（以下 Panel D-15）を1947年に発表した²⁾。Panel D-15は先天色覚異常者を強度異常群と、それより軽度の異常群の2群に分類することを目的とした色覚検査である。1型および2型色覚の分類が、アノマロスコープの分類結果と関連するとの報告^{3) 4)}や検査が簡便で、8歳から9歳の若齢者に対しても実施できる⁵⁾ことから広く使用されてきた。また、視力不良例に対しても施行できるため後天色覚異常の程度判定にも利用されている。

Lanthony desaturated panel D-15 test（以下 Desaturated test）は、Lanthonyにより考案された色覚検査法である⁵⁾。Panel D-15の感度を高めるために、色相は変えずに明度を上げ彩度を落とした検査器で、Panel D-15同様に、16色のキャップで構成されている。Desaturated testはPanel D-15に比べ、低彩度であるためPanel D-15をpassする視力良好例や、病初期例でも異常を検出できる検査器として評価されてきた^{5) - 9)}。Lanthonyは⁵⁾、本検査器を用いPanel D-15とのコンビネーションから、先天赤緑色覚異常の程度を大きく4つに分類した。すなわち、

Panel D-15とDesaturated testの両者をpassするもの (good discrimination)、Panel D-15をpassするがDesaturated testをfailするもの (mild loss of discrimination)、Panel D-15をfail (ただし色相環を横断する線が2本以下の場合) しDesaturated testをfailするもの (moderate loss of discrimination)、Panel D-15をfailしDesaturated testをfailするもの (severe loss of discrimination) の4つである。このようにDesaturated testは、Panel D-15より彩度を落としていることから、程度判定を目的として利用する場合、Panel D-15をpassした中等度以下を、中等度と軽度に2分することができる。

これまでに、1型3色覚と2型3色覚を分類し、Panel D-15とDesaturated testの判定結果を十分に検討した報告はほとんどない。今回、我々はPanel D-15をpassした先天赤緑色覚異常者に対し、Desaturated testを行い、1型3色覚者および2型3色覚者における判定結果について比較検討した。

Ⅱ. 対象及び方法

対象は、1994年8月から2007年7月に東京慈恵会医科大学附属病院眼科視覚外来を受診し、NagelアノマロスコープI型 (Schmidt-Haensch社製) で先天赤緑色覚異常と診断されたなかで、

Panel D-15をpassした (中等度異常以下と判定された) 1型3色覚54例と2型3色覚108例の計162例 (男性155例、女性7例) である。女性は、全員2型3色覚であった。年齢は7～69歳 (平均年齢23.2歳) で、年齢構成の分布で、1型3色覚者と2型3色覚者間で差はみられず、両者ともに20代前半が最も多くみられた (図1)。全例とも矯正視力1.0以上で、明かな眼疾患は認めなかった。

完全矯正した対象者に対し、標準C光源下で、Desaturated testを施行し、passとfailに分類した。判定基準はPanel D-15と同様に、色相環を横断する混同線が2本以上検出された場合をfailと判定した。Desaturated testのpass群はLanthonyの“good discrimination”に相当し、fail群はLanthonyの“mild loss of discrimination”に相当する。したがって、Desaturated testをpassした1型・2型3色覚者は、先天赤緑色覚異常の程度判定のなかで最も軽微な色覚異常と考えられる。今回、Desaturated testをpassする割合が1型3色覚と2型3色覚で等しいかどうか χ^2 検定にて検討し、オッズ比を算出した。統計解析にはStata/SE 8.0を使用し、有意水準5%未満 ($p < 0.05$) を有意差ありとした。また、1型3色覚者と2型3色覚者を11歳未満と11歳以上で2分し、passとfailの割合を比較した。

図1 全対象者 (Panel D-15をpassした1型3色覚の54例と2型3色覚の108例) の年齢構成の分布

表1 Panel D-15をpassした1型3色覚者および2型3色覚者のDesaturated Test判定結果

	Pass(例)	Fail(例)	計(例)	Fail 率(%)
1 型 3 色 覚	35	19	54	35.2
2 型 3 色 覚	89	19	108	17.6

表2 Panel D-15をpassした1型3色覚者のDesaturated Test判定結果

	Pass(例数)	Fail(例数)	計(例数)	Fail 率(%)
11 歳 未 満	3	5	8	62.5
11 歳 以 上	32	14	46	30.4

表3 Panel D-15をpassした2型3色覚者のDesaturated Test判定結果

	Pass(例数)	Fail(例数)	計(例数)	Fail 率(%)
11 歳 未 満	7	6	13	46.2
11 歳 以 上	82	13	95	13.7

Ⅲ. 結 果

Desaturated testの結果、1型3色覚では、54例中19例（35.2%）がfailし、2型3色覚では108例中19例（17.6%）がfailした（表1）。 χ^2 検定にて検討した結果、統計学的に両群間で有意差（ $p=0.013$ ）を認め、オッズ比の算出により、2型3色覚に比べ、1型3色覚でfailするリスクが2.5倍（95%信頼区間1.1-5.7）高いという結果が得られた。

年齢毎にpassとfailの割合を比較すると、1型3色覚者および2型3色覚者ともに若年者でfailする割合が高い傾向がみられた。1型3色覚者のなかで11歳未満の対象者のfailする割合は62.5%（5/8）で、11歳以上の対象者のfailする割合30.4%（14/46）に比べ高かった（表2）。一方、2型3色覚者においても11歳未満の対象者のfailする割合は46.2%（6/13）で、11歳以上の対象者のfailする割合13.7%（13/95）に比べ高かった（表3）。

Ⅳ. 考 按

本研究では、Panel D-15をpassした1型3色覚者と2型3色覚者を対象とし、Desaturated testの判定結果によってpass群とfail群に2分し、2群間でfailする割合が同等かを検討した。その結果、1型3色覚者は2型3色覚者に比べfailする割合が高かった。無作為に抽出された1型3色覚者と2型3色覚者に対してPanel D-15を行った報告^{10) 11)}では、1型3色覚者の13.8%から18.8%がfailし、2型3色覚者の6.5%から10.8%がfailし、1型3色覚者は2型3色覚者に比べfailする割合が高いという結果であった。一方、鳴戸ら⁶⁾の報告によれば、1型3色覚の11.1%（1/9）がPanel D-15をfailし、2型3色覚の37.3%（22/59）がPanel D-15をfailした。Panel D-15をpassした1型3色覚8例と2型3色覚37例のうち、それぞれ4例（50.0%）、18例（48.6%）がDesaturated testをfailしたと報告している。1型3色覚の症例数が極端に少ないため、今回の

結果との比較は難しいが、2型3色覚者の半数がfailした結果は、今回の17.6%に比べ高い。両者のfail率の差は、研究を行った時期、大学病院への受診動機、対象者の年齢構成、女性色覚異常者の参加などの違いが影響しているかもしれない。

Desaturated testは、panelD-15と比較して明度が高く彩度が低いという特徴から、被検者は、検査時により高い集中力が求められる。年齢によるfail率をみると、11歳未満の1型3色覚者は60%以上failし、11歳未満の2型3色覚者は約50%がfailしており、全体のfail率に比べ著しく高かった。小学4年生以下の若齢者における高いfail率は、検査時の集中力低下が原因と推察されるが、他の要因として中学生以上では、日常生活を通じて、色覚正常者が識別している色の違いを見分ける学習をしてきており、年齢による学習効果の差が影響している可能性もある。しかし、年齢を重ねれば確実に見分けられるということではなく、failする色覚異常者も存在する。また、矯正視力が良好であっても若齢者と比較して中・高齢者では、水晶体の黄変による影響により透過率が低下し、網膜照度の低下や、また脳内の情報処理能力の低下などによって色弁別能が低下している可能性も考えられる^{12) - 15)}。一方で、Desaturated testは再検査を実施することによりエラーが減少するという練習効果が報告されている^{10) 12) 16)}。このように、様々な因子が判定結果に関与している可能性がある。

結論として、Desaturated Testで程度判定を試みる場合には、1型3色覚者のほうがfailしやすく、2型3色覚者のほうがpassしやすい傾向があること、11歳未満を対象にした場合、11歳以上の対象者に比べfailする割合が高いことを念頭におく必要があると考えられる。

本論文の要旨は第48回日本視能矯正学会にて発表した。

本研究の一部は、平成18年度東京慈恵会医科大学研究奨励費および文部科学省科学研究費補助金基盤研究(C)(課題番号:19592042)の助成を受けた。

参考文献

- 1) Farnsworth D: The Farnsworth-Munsell 100 hue and dichotomous tests for color vision. J Opt Soc Am 33: 568-578, 1943.
- 2) Farnsworth D: The Farnsworth Dichotomous Test for Color Blindness Panel D-15, The Psychological Corp, New York, 1947
- 3) 深見嘉一郎: Farnsworth Dichotomous Test Panel D-15の検討. 眼科 12: 220-231, 1970.
- 4) 市川 宏: 色覚異常 I. 色覚検査法(6). 交通医学 25: 75-80, 1971.
- 5) Lanthony P: The desaturated panel D-15. Doc Ophthalmol 46: 185-189, 1978.
- 6) 鳴戸みどり, 齊木貴美, 花房 晶, 宮本 正, 太田安雄: Lanthony's Desaturated 15 Hue Testの使用経験. 眼紀 39: 218-223, 1988.
- 7) Roy M, Gunkel R, Rodgers G, Schechter A: Lanthony desaturated panel D15 test in sickle cell patients. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol 226: 326-329, 1988.
- 8) Bassi CJ, Galanis JC, Hoffman J: Comparison of the Farnsworth-Munsell 100-Hue, the Farnsworth D-15, and the L'Anthony D-15 desaturated color tests. Arch Ophthalmol 111: 639-641, 1993.
- 9) Giusti C: Lanthony 15-Hue Desaturated Test for screening of early color vision defects in uncomplicated juvenile diabetes. Jpn J Ophthalmol 45: 607-611, 2001.
- 10) 馬嶋昭生: Farnsworth Dichotomous Test Panel D-15について(I). 日眼会誌 73: 224-232, 1969.
- 11) 馬嶋昭生: 先天性色覚異常の診断基準について(Ⅲ) - パネルD-15とランタン併用による社会適性基準(馬嶋試案)とその検討. 眼紀 23: 170, 1972.
- 12) 関 亮, 太田安雄, 田尻衣子, 倉田浩二, 福田忠俊: Panel D-15による色覚検査成績. 日眼会誌 73: 1312-1323, 1964.
- 13) Lanthony P: Evaluation du Panel D-15 désaturé I. Méthode de quantification et

- scores normaux. J Fr Ophtalmol 9 : 843-847, 1986.
- 14) Lanthony P: Evaluation du Panel D-15 désaturé. II. Comparaison entre les tests Panel D-15 désaturé et Farnsworth 100-hue. J Fr Ophtalmol 10 : 579-585, 1987.
- 15) 川口順子, 庄山茂子, 栃原 裕, 團野哲也 : 100 hue testによる高齢者と若齢者の色彩弁別能力の比較. 日本生理人類学会誌 10 : 101-108, 2005.
- 16) Lanthony P: Evaluation du Panel D-15 désaturé. IV. Effect de la répétition du Panel D-15 désaturé. J Fr Ophtalmol 18 : 578-583, 1995.
-