

演出用レーザービームを注視後に視力低下を生じた1例

摺木 友美, 恩田 秀寿, 岡和田英昭, 高橋 春男

昭和大学医学部眼科学講座

(平成 29 年 6 月 21 日受付)

要旨:【目的】ステージ演出用のレーザービームを2度直視した後から視力低下を生じ、1年経過後も視力が回復しなかった症例を報告する。

【症例】13歳男性。生まれて初めてカラオケ店に入り、演出用のレーザービームを故意に10秒間、2度、左眼で直視した。帰宅後左眼の視力低下を訴え近医を受診し、精査目的に当科紹介となった。初診時の左眼視力は0.1と低下し、眼底検査で中心窩、傍中心窩に2カ所の白斑を認め、光干渉断層計(OCT)では中心窩下の視細胞層から色素上皮層の断裂欠損と周囲の網膜剝離を認めた。同日トリアムシノロンアセトニド20mgのテノン下注射を行った。さらにプレドニゾロンの内服を20mgより開始し、1カ月かけて漸減し終了した。1週間後には網膜剝離は消失したが、視力は0.15であった。その後の定期検査でも視力は変動せず、受傷後11カ月での視力は0.1であった。

【考察】本症例の発射装置はLEPSON社製LS100Gで、ビーム出力100mW、波長532nm、JISの「レーザーの安全基準」においてクラス3b相当であった。受傷直後の視力低下の原因として、中心窩の網膜傷害の他に黄斑部の網膜剝離も考えられた。しかし、高出力のレーザーが長時間、中心窩に照射されたために不可逆的な光受容体の傷害が生じ、加えて中心窩下網膜深層まで2カ所傷害されたため視力の回復が得られなかったと考えられた。

【結論】規格外のレーザービームを長時間直視することで不可逆性の視力低下を生じるおそれがあるため、使用時にはビームの発射時間を短くし、方向を固定しない工夫が必要である。

(日職災医誌, 66:138—142, 2018)

—キーワード—

レーザー黄斑症, 視力低下, 光干渉断層計 (optical coherence tomography: OCT)

I. はじめに

近年のレーザー技術の発展により、現在ステージ演出用レーザーは身近なものとして普及しているが、それゆえにレーザー光線の誤照射による視力障害の報告も多数存在する¹⁾。これを受け1973年には米国で安全基準ANSI (American National Standards Institute) Z 136.1 for safe use of lasersが制定され、これを元に多くの安全規格が作成された。国際基準はIEC (International Electrotechnical Commission) Publ.825として1984年に作成され、1988年には本邦でレーザー製品の放射安全基準が制定されている²⁾。今回、ステージ演出用のレーザー光線を2度直視した直後から視力低下を生じ、1年経過後も視力の回復が得られなかった1例を経験したので報告する。

II. 症 例

患 者: 13歳, 男性

主 訴: 左視力低下

現病歴: 生まれて初めてカラオケ店に入り、10秒間発射し続ける緑色のレーザーを左眼で故意に10秒間覗くことを2回繰り返した。帰宅後、左視力低下を自覚し、翌々日に近医を受診した。眼底検査で黄斑に小白斑を認め、レーザー眼障害が疑われ、当科へ紹介受診となった。

既往歴: 特記事項なし

初診時所見: 視力は、右0.7 (1.2×+1.25D=cyl-1.25D Ax85°)、左0.1 (0.1×+1.25D=cyl-1.75D Ax85°)と左視力低下を認め、眼圧は右16mmHg、左15mmHgであった。前眼部、中間透光体に異常所見はなかった。眼底は左黄斑部に2カ所の小白斑を認めた(図1)。アムスラー視野検査では左眼中心2度に暗点が見られ、光干渉断層

計 (Optical Coherence Tomography : Carl Zeiss Cirrus HD-OCT : 以下, OCT) では視細胞層から色素上皮層の

断裂欠損と周囲の漿液性網膜剝離を認めた(図 2a). 多局所網膜電位図 (TOMEY LE-4000) では左眼は右眼に比し, 中心電位が低下していた.

経過 : 左レーザー黄斑症と診断し, 初診日にトリアムシノロン 20mg のテノン下注射を行った. またプレドニゾロン内服を 20mg より開始した. 1 週間後, 左視力は (0.15) であった. 黄斑部白斑は茶褐色調へ変化した. OCT では漿液性網膜剝離の改善を認めたが, 視細胞層から色素上皮層の断裂欠損は残存していた(図 2b). プレドニンを 10mg に減量し, その後も漿液性網膜剝離は再発なかったため, 漸減し計 20 日間投与し終了した. 黄斑部の 2 カ所の小白斑は徐々に褐色調へ変化した. 経過観察中も自覚症状, 検査所見に変化はなく, 受傷 1 年後も黄斑に 2 つの褐色調の小白斑を認め(図 3), OCT では 2 カ所の視細胞層から色素上皮層の断裂欠損は残存し傷害部位の範囲拡大はなかった(図 2c). 左視力は (0.1) であった. 動的量的視野検査では中心 10 度の絶対暗点と, III/4 の比較暗点を認めた (図 4).

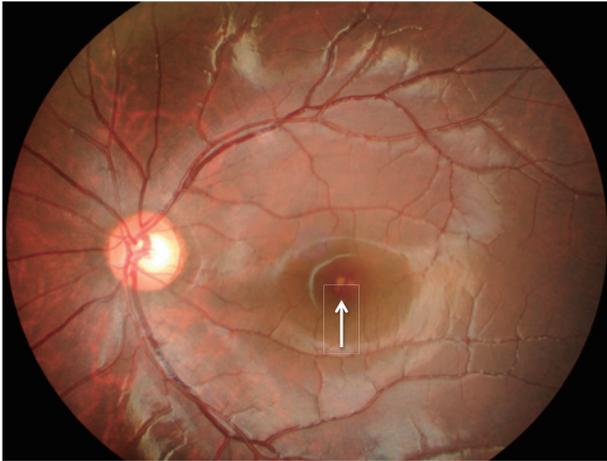


図 1 初診時眼底写真
左黄斑部に 2 カ所の小白斑を認めた.

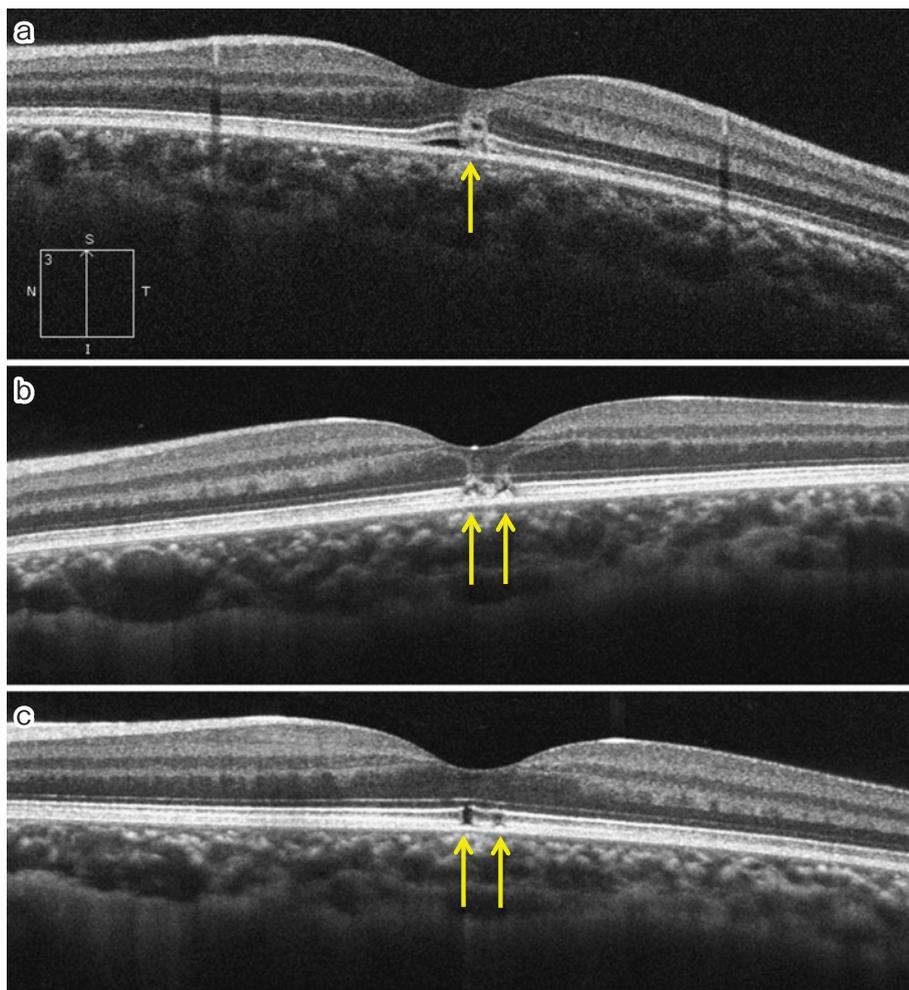


図 2 OCT 画像 a : 初診時, b : 受傷 1 週間後, c : 受傷 1 年後
a. 視細胞層から色素上皮層の断裂欠損と周囲の漿液性網膜剝離を認めた
b. 漿液性網膜剝離の改善を認めたが, 視細胞層から色素上皮層の断裂欠損は残存していた.
c. 2 カ所の視細胞層から色素上皮層の断裂欠損は残存し傷害部位の範囲拡大はなかった.

III. 考 察

レーザー技術の進歩により商品化の進んだレーザー発射装置であるが、未だその安全性は確立されておらず、誤照射による視力障害を来した症例が毎年のように報告されている¹⁾。

レーザー装置はエネルギー密度が高く、わずかな放出量であっても時に人体に有害な作用を引き起こす可能性がある。レーザー製品の使用者への障害発生防止目的に本邦では日本工業規格 (Japanese Industrial Standards : 以下, JIS) C 6802 において、「レーザー製品の安全基準」が規定されており (表 1), レーザー製品を危険度に応じてクラス分けし、各クラスごとに必要とする安全対策を規定している¹⁾。

本症例の発射装置は LEPSON 社製 LS100G 型中国製で、ビーム出力は 100mW、波長は 532nm、JIS においてクラス 3B 相当であった²⁾。クラス 3B は管理区域が必要であるとされており、直接固視すると極めて危険な製品である。

上條らは、レーザー眼障害 43 例のうち 64% の症例では最終視力は 0.7 以上へ改善した、と報告している³⁾。さらに 43 例のうち、0.1 以下の視力低下を認めたものは 7 例存在しており、うち 4 例は黄斑円孔によるもの、3 例は原因不明であった。本症例では最新の OCT により視細

胞内節外節接合部 (photoreceptor inner/outersegment junction : 以下, IS/OS) の境界線から色素上皮層までの途絶が鮮明に描出されている。OCT は高速の近赤外線の影響現象を用いて網膜の断層像を撮影する装置である。1994 年に分解能が 20 μ m である time-domain OCT (TD-OCT) が製品化され、黄斑部の構造変化が評価可能となった。その後分解能が 5 μ m まで向上した spectral-domain OCT (SD-OCT) が誕生すると、分解能とスキャン速度の向上により、より詳細に黄斑部の構造的異常を評価できるようになった⁴⁾。上條らの報告における原因不明の視力低下を生じた 3 症例は 1975 年から 1997 年の症例であり、現在普及している OCT 機器を用いれば本症例のような中心窩下での組織損傷が明らかとなっていた可能性がある。

また、本症例では受傷から 1 年後も矯正視力は (0.1) にとどまり、視力改善は見られなかった。本症例では OCT において IS/OS の境界線の途絶が描出されているが、IS/OS の境界線は中心窩下の視細胞内節・外節の境界線であり、視細胞内節外端のミトコンドリアが集積するエリプソイドの部分に相当するといわれている。IS/OS の境界線から色素上皮層までの途絶は視細胞層の広汎な傷害を示唆し、このことが視機能の回復が不十分と

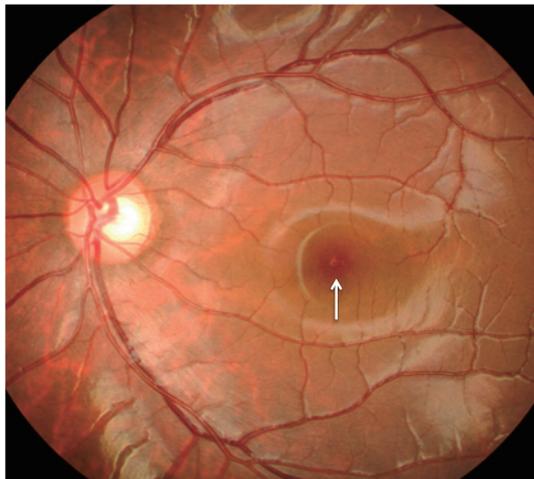


図 3 受傷 1 年後眼底写真
受傷 1 年後も黄斑部に 2 つの褐色調の小白斑を認める。

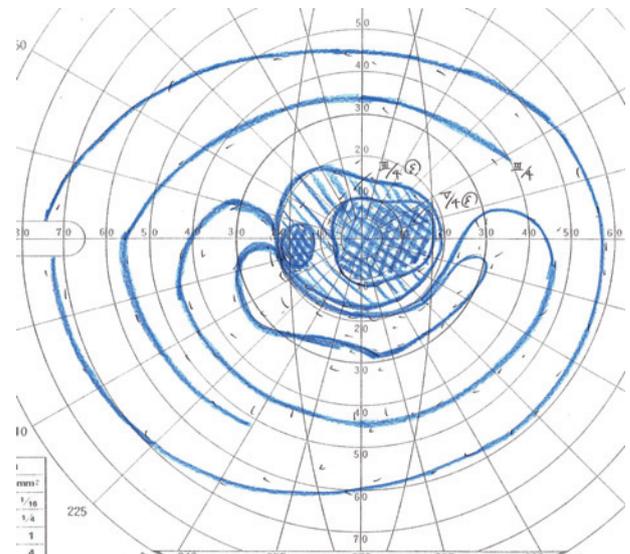


図 4 動的量的視野検査
中心 10 度の絶対暗点と、III/4 の暗点を認める。

表 1 JIS レーザー製品の安全基準

クラス	パワー目安 (mW)	危機管理概要
1 及び 1M	0.39 以下	設計上本質的に安全である。1M ではビーム内で光学的手段を用いて観察すると危険となる場合がある。
2 及び 2M	1 以下	通常嫌悪反応により目の保護がなされる。2M ではビーム内で光学的手段を用いて観察すると危険となる場合がある。
3R	5 以下	直接ビーム内観察状態では危険となる場合がある。
3B	500 以下	直接ビームに加え鏡面反射光の裸眼での観察は危険であり、管理区域が必要である。
4	500 を超える	クラス 3B に加え、拡散反射でも障害を引き起こす。皮膚障害をもたらす、火災の危険もある。管理区域が必要である。

なった原因として考えられる。

一方で、尾花らは、1秒の照射で傍中心窩下のIS/OSの境界線の断裂を認めたものの、最終視力が(1.2)まで回復した一例を報告している^{5,6)}。受傷半年後のOCTでIS/OSの境界線の断裂は軽減したと報告があり、外節を含めた視細胞が再生した可能性がある。視細胞外節は、先端の約10%が脱落し、約10日から2週間で網膜色素上皮細胞に貪食され、内節側より新生されている⁷⁾。中村らは、OCTによる特発性黄斑円孔の硝子体手術後の閉鎖過程を報告しており⁸⁾、IS/OSの境界線の改善に先行した外境界膜の修復は、網膜外層構造修復過程で認められる重要な現象であるとしている。本症例で不可逆的な光受容体の傷害が生じた原因として、高出力のレーザーが長時間、中心窩に照射されたことが挙げられる。Zamirら⁸⁾は10秒間、Israeliら⁹⁾は20秒間、Luttrullら¹⁰⁾は30～60秒間のレーザーポインターを注視した例を報告しており、これらの報告ではいずれもJIS規格で3B相当と規格外のレーザーポインターが使用されている。このようなJIS規格外レーザー製品の長時間の露光は不可逆的な光受容体の傷害を起こしうることが示唆されている¹¹⁾。

さらに、本症例では網膜傷害が2カ所に生じており、視細胞が広範囲にわたり傷害されている可能性がある。このことにより先行する外境界膜の修復、IS/OSの境界線の修復が妨げられ、高度の視力低下を招いたのではないかと考える。IS/OSの境界線は視細胞内節と外節の境界で、視細胞内節外端のミトコンドリアが集積するエリプソイドの部分に相当すると言われている¹¹⁾。網膜傷害の程度、回復予後の推測のために視細胞の傷害範囲も重要な情報となり得るため、視力低下例ではOCTなどを用い詳細に経過を追う必要がある。

IV. 結 語

ステージ演出用レーザービームの注視後に視力低下を生じた一例を経験した。規格外のレーザービームを長時間直視することで不可逆性の視力低下を生じるおそれが

あり、使用時にはビームの発射時間を短縮し、方向を固定しない工夫が必要である。視力障害時には、OCTによって網膜の形態を詳細に把握し、エリプソイド部の傷害を経過観察する必要がある。

利益相反：利益相反基準に該当無し

文 献

- 1) 小澤哲磨：レーザーポインターとレーザー安全基準. 日眼会誌 105: 653—658, 2001.
- 2) 日本工業規格 C 6802 レーザー製品の安全基準, 1988.
- 3) 上條由美, 小澤哲磨：日本におけるレーザー眼外傷. 眼科臨床医報 97 (2): 95—100, 2003.
- 4) 若林 卓：フーリエドメイン光干渉断層計. 日本の眼科 83 (3): 313, 2012.
- 5) 尾花 明：光・レーザーによる眼傷害事例. 日本レーザー医学会誌 32: 4, 452—455, 2012.
- 6) Ueda T, Kurihara I, Koide R: A case of retinal light damage by green laser pointer (Class 3b). Jpn J Ophthalmol 2011 DOI 10.1007/s 10384-011-0031-5.
- 7) 中村裕介, 安藤伸朗：特発性黄斑円孔の術後閉鎖過程の光干渉断層計による観察. 臨眼 6410 (10): 1677—1682, 2010.
- 8) Zamir E, Kaiserman I, Chowers I: Laser pointer maculopathy. Am J Ophthalmol 127: 728—729, 1999.
- 9) Israel D: Laser pointers: Not be taken lightly. Br J Ophthalmol 84: 555—556, 2000.
- 10) Luttrull JK, Hallisey J: Laser pointer-induced macular injury. Am J Ophthalmol 127: 95—96, 1999.
- 11) 吉村長久, 板谷正紀：1 OCT 読影の基礎 正常網膜, OCT アトラス. 医学書院, 2012, pp 8.

別刷請求先 〒142-8555 東京都品川区旗の台1-5-8
昭和大学医学部眼科学講座
摺木 友美

Reprint request:

Tomomi Suruki
Department of Ophthalmology, School of Medicine, Showa University, 1-5-8, Hatanodai, Shinagawa-ku, Tokyo, 142-8555, Japan

A Case of Loss of Visual Acuity Caused by Stage Directing Laser

Tomomi Suruki, Hidetoshi Onda, Hideaki Okawada and Haruo Takahashi
Department of Ophthalmology, School of Medicine, Showa University

We report a case of loss of visual acuity (VA) caused by looking twice at a stage-directing laser beam. The patient had not recovered one year later.

The patient, a 15-year-old male, visited a karaoke shop for the first time and intentionally looked at the stage-directing laser beam twice for 10 seconds with his left eye. After going home, he complained of vision loss in his left eye. In the first visit to our hospital, the patient's VA was 0.1. Two exudates were present in the fovea and parafovea. Optic coherence tomography (OCT) showed a defect reaching from the receptor layer to the pigment epithelium under the fovea, and exudative retinal detachment. We injected 20 mg of triamcinolone acetonide into the Tenon capsule on the same day. We also initiated 20 mg of oral corticosteroid, and tapered the dose over 1 month. The exudative retinal detachment disappeared 1 week later, and VA was 0.15. VA loss remained despite subsequent periodic inspections; the VA was 0.1 at 11 months after the injury.

The emitting device in this case was an LS100G manufactured by LEPSON. It was equivalent to a Class 3B laser according to Japan Industrial Standards (JIS) laser safety standards (power, 100 mW; wavelength, 532 nm). We consider that the cause of acute VA loss may have been a mixture of deep-retina injury of the fovea and macular exudative retinal detachment, and that the cause of the unresolved VA loss might be an irreversible photoreceptor injury due to extended irradiation from a high-powered laser and two retina injuries to the depth of the fovea retina.

Looking directly at a laser beam may cause irreversible loss of visual acuity. When using such a laser, it is necessary that the firing time of the beam is reduced and the direction is not fixed.

(JJOMT, 66: 138—142, 2018)

—Key words—

loss of visual acuity, OCT, laser pointer maculopathy