

2009 年皆既日食による眼障害の発生状況

尾花 明¹⁾, 高橋 淳²⁾, 大西 浩次³⁾, 篠原 秀雄⁴⁾
 松尾 厚⁵⁾, 齋藤 泉⁶⁾, 大川 拓也⁷⁾, 小野 智子⁷⁾

¹⁾総合病院聖隷浜松病院眼科, ²⁾茨城県立水海道第一高等学校, ³⁾長野工業高等専門学校

⁴⁾埼玉県立蕨高等学校, ⁵⁾山口県立山口博物館, ⁶⁾栃木県子ども総合科学館, ⁷⁾国立天文台

要 約

目的：2009 年 7 月の皆既日食による眼障害発生状況を、世界天文年 2009 日本委員会のアンケート調査から検討した。

対象と方法：アンケートは一般人を対象にウェブ上で行った。

結果：16 歳～54 歳の 14 例(男性 12, 女性 2)の障害事例を得た。全例が安全性未定の用具(下敷き, ビニール袋, コンパクトディスクなど)や肉眼で日食を観察した。症状は違和感, 熱感, 疼痛, 中心暗点, 視力低下などで, 持続期間は 4 つに分けられた。症状がすぐに軽快した 3 例は曇天下に肉眼で 1 分程度観察した例で, 1 日

持続の 3 例と 1 週持続の 3 例は曇天下に肉眼または他の用具で 10 分程度観察した例, 1 週以上持続の 5 例は快晴または薄曇で肉眼または他の用具で数十秒～10 分以上観察した例であった。3 例が眼科を受診した。

結論：症状発現例は正しい観察法を遵守しておらず, 症状持続期間には天候と用具の透過率が影響した。(日眼会誌 115 : 589—594, 2011)

キーワード：皆既日食, 日食網膜症, アンケート調査, 日食グラス, 世界天文年 2009

Survey of Ocular Injury by Solar Eclipse 2009

Akira Obana¹⁾, Jun Takahashi²⁾, Kouji Ohnishi³⁾, Hideo Shinohara⁴⁾
 Atsushi Matsuo⁵⁾, Izumi Saito⁶⁾, Takuya Ohkawa⁷⁾ and Tomoko Ono⁷⁾

¹⁾Seirei Hamamatsu General Hospital

²⁾Ibaraki Prefectural Mitsukaido 1st Senior High School

³⁾Nagano National College of Technology

⁴⁾Saitama Prefectural Warabi Senior High School

⁵⁾Yamaguchi Museum

⁶⁾Tochigi Science Museum

⁷⁾National Astronomical Observatory of Japan

Abstract

Purpose : Incidence of ocular injury caused by the solar eclipse of 2009 has been investigated using the questionnaire of the Japan Committee of the International Year of Astronomy 2009.

Methods : The questionnaire was available to the public on the website.

Results : Answers were obtained from 14 people (12 men, 2 women), aged from sixteen to fifty-four. All had looked at the sun either with the naked eye or through some shading device (plastic sheet, plastic bag, compact disc, etc.) the safety of which is unknown. Reported symptoms included a sense of incongruity, heat, pain, central scotoma or visual disturbance, classified into four periods of duration. Three people with transient symptoms watched the eclipse with the naked eye for one minute in cloudy weather. Three people with symptoms lasting for one day and three people with symptoms lasting for one week had

watched it with the naked eye and some shading device for 10 minutes in cloudy weather. Five people with symptoms lasting for more than one week watched the eclipse with the naked eye and through some sort of device in fine or slightly cloudy weather. Three people consulted their ophthalmologist.

Conclusions : Those who reported adverse symptoms did not comply with the instructions for safe watching of the eclipse and the duration of the symptoms depended on the weather and the type of device used.

Nippon Ganka Gakkai Zasshi (J Jpn Ophthalmol Soc 115 : 589—594, 2011)

Key words : Solar eclipse, Eclipse retinopathy, Questionnaire, Eclipse glasses, The International Year of Astronomy 2009

別刷請求先：430-8558 浜松市中区住吉 2-12-12 聖隷浜松病院眼科 尾花 明 E-mail : obana@sis.seirei.or.jp
 (平成 22 年 8 月 10 日受付, 平成 23 年 1 月 14 日改訂受理)

Reprint requests to : Akira Obana, M. D. Department of Ophthalmology, Seirei Hamamatsu General Hospital. 2-12-12 Sumiyoshi, Naka-ku, Hamamatsu-shi 430-8558, Japan

(Received August 10, 2010 and accepted in revised form January 14, 2011)

I 緒 言

太陽による眼障害は古くから知られ¹⁾、古代ギリシャ時代にはソクラテスが日食観察の危険性を指摘している。ガリレオ・ガリレイ(1564~1642)も自作の望遠鏡で障害を受けたとの記録がある。日食観察後の視力低下が初めて医学的に認められたのは1722年で日食盲と呼ばれた。その後、19世紀に日食網膜症と命名され、1912年にはドイツで3,500人の患者が発生し社会問題となった。

日食以外では日光浴や宗教儀式、精神障害患者²⁾、麻薬中毒患者³⁾が太陽を凝視する場合などが報告されている。しかし、我が国では日常生活で直接太陽を見ることは少なく、一般的に日食網膜症の認知度は低い。

日食観察には安全性の確認された遮光フィルターを使用する必要があるが、過去の日食では下敷きや煤を塗ったガラス板など代用品を使用する例もあった。そこで、2009年7月22日の皆既日食に際して、天文教育普及研究会・世界天文年2009日本委員会では、事前に安全な観察方法の啓発と世界天文年2009日本委員会推奨日食グラス(ビクセン社製、所沢市。以下、日食グラス)の普及に努めるとともに、事後の眼障害発生状況を調べるためにウェブ上でアンケート調査を施行した。なお、「世界天文年2009」とはガリレオが望遠鏡で初めて宇宙を観察してから400年を記念して、国際天文学連合(IAU)が中心になり天文学の普及と教育のためにつくった世界規模の組織で、各参加国に国内委員会がある。我が国では世界天文年2009日本委員会が設立され、本組織がアンケート調査を施行した。本報告ではこの調査結果を報告する。

II 対象および方法

アンケート調査は「世界天文年2009」のホームページ上にアンケートへの参加を呼びかける案内文を掲載し、このホームページからすべての人が自由にアクセスできる形(http://www.tenkyo.net/iya/eclipse/eclipse_index.html)で行われた。また、天文台および天文関係の研究機関、全国の小中高等学校の理科教育関連のメーリングリストを利用して参加を呼びかける案内を配信した。調査期間は2009年9月4日~10月31日であった。

設問項目は、年齢、性別、観察時天候、観察方法、使用用具、観察時間、自覚症状、症状発現時期、症状持続期間、眼科受診の有無であった。

III 結 果

2009年9月6日~18日の間に14例(男性12例、女性2例)の回答があった。表1に全例のまとめを記載した。年齢は16歳~54歳であった。

観察時の天候を表2のように分類した。クラス3の曇りが6例と最も多く、クラス2の薄雲りが4例、クラス4の曇天から雨天が3例であった。クラス1の晴天は1例のみで、これはジェット機で鹿児島県悪石島上空高度13,000mから観察を行った例であった。

観察方法は日食グラス使用者が8例であったが、いずれも日食グラス以外に裸眼または安全性の確保されていない他の用具を使用していた。すなわち、2例は裸眼でも観察を行い、4例は他の用具を併用、2例は他の用具と裸眼で観察した。そのうちの1例は安全性の保証された太陽観察用フィルターを使用していたが、その詳細は症例の項に記載した。日食グラスを使用しなかった6例のうち3例は裸眼で観察、1例は他の用具を使用し、1

表1 症例のまとめ

症例	性別	年齢(歳)	天候	観察方法	観察時間	症状	症状発現時期	症状持続期間	眼科受診
1	男	25	クラス3 ☁☁☁	裸眼, 手鏡の反射像, ピンホール像	1~2分	眼痛, 中心暗点	当日	すぐに軽快	なし
2	男	30代	クラス3 ☁☁☁	裸眼, 色下敷き	数十秒	めまい	直後	すぐに軽快	なし
3	男	43	クラス3 ☁☁☁	日食グラス, 裸眼, カメラファインダー	10分以上	違和感	観察中	すぐに軽快	なし
4	男	51	クラス3 ☁☁☁	日食グラス, 裸眼	10分以上	熱感	当日	1日程度	なし
5	女	29	クラス3 ☁☁☁	日食グラス, 黒ビニールゴミ袋	10分以上	眼痛	観察中	1日程度	なし
6	女	30代	クラス4 ☁☁☁☁	日食グラス, 裸眼, コンパクトディスク	10分以上	視力低下, 疲労感	直後	1日程度	なし
7	男	44	クラス4 ☁☁☁☁	裸眼	10分以上	熱感, 眼痛	当日	5~6日	なし
8	男	40代	クラス2 ☁☁☁☁	日食グラス, 撮影用フィルター, 工業用プラズマ光防護眼鏡	10分以上	めまい, 色覚異常	5~6日後	5~6日	あり
9	男	44	クラス3 ☁☁☁	日食グラス, カメラファインダー	6~9分	眼痛	2~3日後	5~6日	なし
10	男	33	クラス1 ☁☁☁☁☁☁	日食グラス, フィルター装着のカメラファインダー	10分以上	熱感, 疲労感, 違和感	直後	1週間以上	あり
11	女	38	クラス4 ☁☁☁☁	裸眼	数十秒	違和感	当日	持続	なし
12	男	54	クラス2 ☁☁☁☁	ポケットティッシュの緑色包装フィルム	数十秒	中心暗点	当日	持続	あり
13	男	16	クラス2 ☁☁☁☁	日食グラス, 裸眼	1~2分	視力低下	1週間以上	持続	なし
14	男	36	クラス2 ☁☁☁☁	裸眼	数十秒	羞明, 疲労感	当日	持続	なし

註: 天候のクラス分類は表2に従う。

表 2 天候分類

クラス 1 ☀️	太陽周辺に雲がなく、観察中はずっと太陽が見えていた
クラス 2 ☁️	観察中は、薄雲をとおして肉眼で太陽が見えていた
クラス 3 ☁️☁️	時おり太陽に濃い雲がかかり、肉眼で太陽が見えなくなった
クラス 4 ☁️☁️☁️	曇天や雨天が続き、時おり雲が薄くなったときだけ肉眼で太陽が見えた

太陽の見え方に基づいて 4 つに分けた。

例は他の用具と裸眼で観察した。また、1 例はアスファルト道路に映したピンホール像を約 1 m の距離から、また、手鏡の反射像を日陰になった灰色のコンクリート壁に映して約 1.5 m の距離で見た。なお、他の用具とは、色付下敷き、黒ビニールのごみ袋、コンパクトディスク、ポケットティッシュの緑色包装フィルム、写真撮影用フィルター、工業用プラズマ光防護眼鏡である。

観察時間は 4 例が数十秒間、2 例が 1~2 分間、1 例が 6~9 分間、7 例が 10 分以上であった。

自覚症状は眼痛、熱感、違和感、疲労感、色覚異常、羞明、めまいなど不定愁訴ともいえる症状から中心暗点、視力低下などであった。

症状発現時期は観察中が 2 例、観察終了直後が 3 例、観察当日中が 6 例、2~3 日後が 1 例、数日後が 1 例、1 週後以降が 1 例であった。

症状持続期間はすぐに軽快したものが 3 例、1 日で軽快したものが 3 例、5~6 日間持続したものが 3 例で、1 週間以上および日食から約 1 か月半経過した調査時点でまだ持続していたものが 5 例であった。

3 例が眼科医の診察を受け、1 例(表 1, 症例 8)は VDT 症候群と角膜擦過傷を指摘されたが、日食との因果関係は不明との診断を受けた。1 例(表 1, 症例 12)については診察医に照会のうえ、診療録内容を確認した。この例は 54 歳男性で、日食観察後左眼の中心暗点を自覚し 28 日後に受診した。視力は右 0.6(1.5×-0.5 D)、左 1.2(矯正不能)、前眼部、中間透光体に異常はなかったが、検眼鏡的に左眼黄斑浮腫を認めた。右眼底の異常はなかった。Amsler 検査で変視はないが左中心暗点があった。日食網膜症または中心性漿液性脈絡網膜症が疑われたがその後の受診はなかった。なお、光干渉断層計(OCT)や蛍光眼底造影検査は施行されなかった。1 例(表 1, 症例 10)は当科を受診した。この例の詳細を以下に記した。

症例(表 1, 症例 10) : 33 歳男性。

初診 : 2009 年 7 月 24 日。

主訴 : 右眼の違和感。

日食観察状況 : 鹿児島県悪石島上空高度 13,000 m(完全な雲上)で旅客機の窓越しに観察した。日食観察用として友人が東南アジアで入手したフィルター越しに肉眼で観察するとともに、同フィルターを一眼レフカメラレンズ(AF-S DX Zoom-Nikkor 18-70 mm, ニコン, F 値

4.5)の前に取り付けて、右目でファインダーを覗きながら約 300 枚の写真撮影を行った。ただし、第三接触時のダイヤモンドリングは裸眼で約 5 秒間見た。

症状 : 観察終了 1 時間後に右眼深部の熱感があり、その後違和感が続いた。24 時間後には右眼痛を来した。眼の奥から頭部に抜けるような鈍痛で、氷で冷やすことでやや軽快した。その後も違和感と軽い熱感が持続した。

初診時所見 : 視力は右 1.2(1.2×-1.5 D Ax 180°)、左 0.09(1.2×-4.75 D cyl -0.5 D Ax 180°)。眼圧は右 15 mmHg、左 15 mmHg。眼底は右眼の中心窩に黄白色点状病巣と両眼の中心窩周囲にドルーゼン様の白色点状物が数個程度みられたが、典型的な黄色斑と診断できるものではなかった(図 1 a)。眼底レッドフリー写真、自発蛍光写真では異常を認めなかった。OCT では右眼中心窩の視細胞内外節付近にわずかな層の乱れがあったが、明らかな異常とは断定できなかった(図 1 b)。左眼に異常はなかった。

症状の経過 : その後 10 日間違和感が持続した。さらに 16 日間は日中に症状はないが、夜間に違和感があった。8 月 8 日以降、症状が軽快した。11 月の時点で眼底の異常所見はなく(図 1 c)、視力も右 1.2、左 0.07(1.2)と良好であった。

フィルター光透過率測定 : 本人から使用フィルターの提供を受けて透過光量を測定したところ、バーダープラネタリウム社が発売している太陽観察用フィルター(アストロソーラー眼視用 ND-5)と一致した。

IV 考 按

典型的な日食網膜症の眼底所見は中心窩にみられる小さな黄色斑で、通常 1~2 週間で消失する¹⁾。自覚症状として観察直後は無症状または軽度の幻惑程度だが、その後徐々に中心部が暗く見え、翌日には中心暗点、視力低下を来す。視力低下は中等度で 0.5 程度のことが多いが、まれに 0.1 以下になる。視力は回復する例が多いが、網膜変性や黄斑円孔を来して、永続的な視力障害に至ることもあるとされる。OCT でも黄色斑病巣は視細胞が部分的に欠損した状態、すなわち網膜外層の分層黄斑円孔と報告されている^{4)~7)}。また、最近の報告では OCT で中心窩下の視細胞内外層欠損と視力低下が関係するとされる⁸⁾。

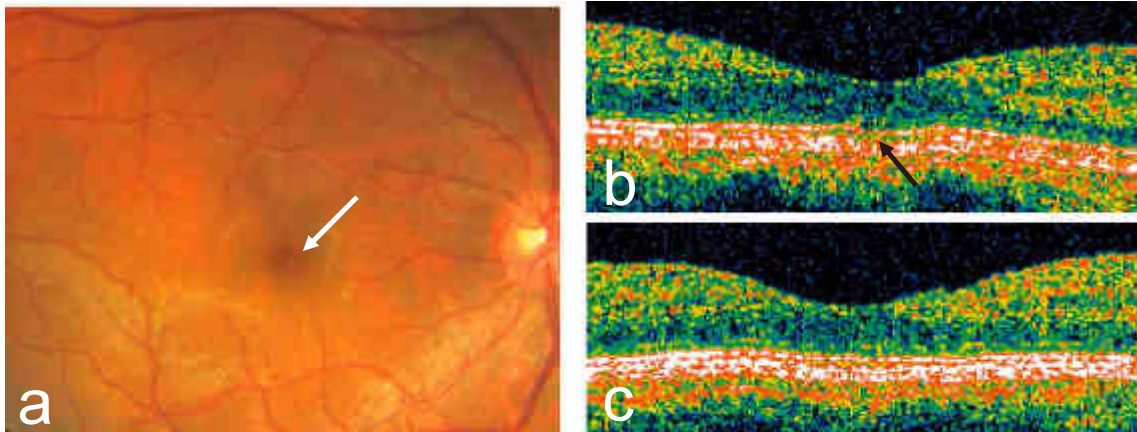


図 1 表 1 症例 10 の眼底所見.

a: 初診時眼底写真. 中心窩に黄白色の点状物がみられる. b: 初診時光干渉断層計写真. 中心窩の視細胞層にごく軽微な乱れがみられる. c: 初診から 3.5 か月後の光干渉断層計写真. b と比較すると視細胞層の不整は消失している.

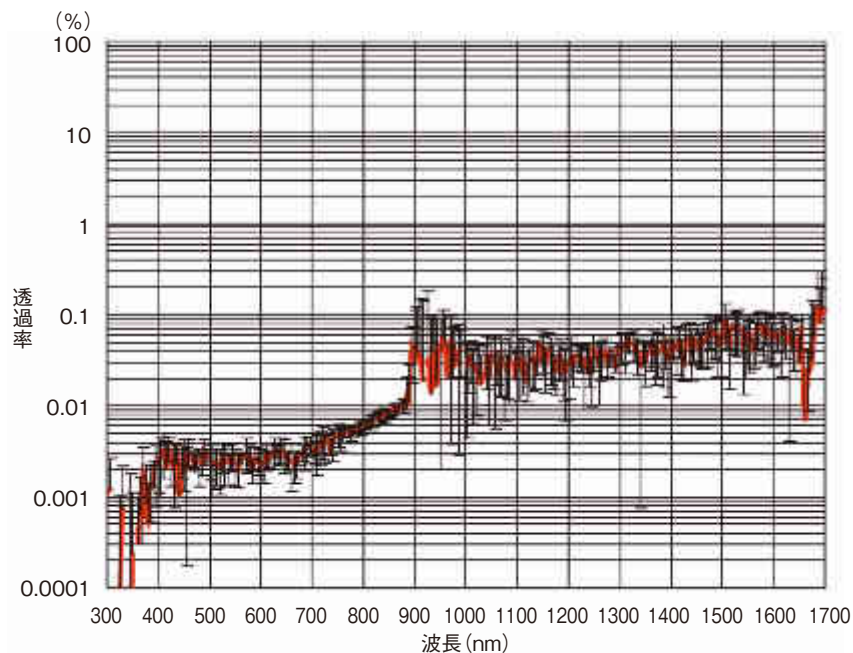


図 2 日食グラス(ビクセン社製)とその光透過率.

分光光度計は SolidPpec-3700(島津製作所)を使用した. 7 回測定した結果で, エラーバーは分散の標準偏差を示す. 注: 透過率値は JIS 規格に合わせて, 可視光は視感透過率, 赤外光は分光透過率で表している.

発症機序は一般的に光化学反応による網膜視細胞と網膜色素上皮細胞の障害と考えられている. 正視眼では太陽が天頂に達したときの網膜像直径は $160\ \mu\text{m}$ で, 瞳孔径 $3\ \text{mm}$ の場合の網膜内温度上昇は 4°C となり凝固には至らない⁹⁾. ただし, 瞳孔径 $7\ \text{mm}$ の散瞳下では 22°C 上昇し熱凝固も起こり得る. 光化学反応による障害は中間透光体透過率の高い若年者と発熱などの高体温時に生じやすいとされ, 熱凝固は網膜色素上皮細胞のメラニン色素の多い有色人種が白人よりも起こりやすいとされる.

今回の調査方法では基本的にホームページにアクセスした人だけが回答し得たことと, 調査時期が日食後の早

い時期ではなく約 1 か月半経過してから行われたことから, 国内のすべての障害例を捉えたとは考え難く他にも障害例があった可能性はある. しかし, このような調査は我が国では初めてのもので, 14 例の報告を得たことは障害の発生要因や今後の対処法を考察するうえで意味があると考えた. 14 例中眼科医の診察を受けたのは 3 例であった. 1 例は黄斑浮腫を指摘され, また, 当科を受診した 1 例(表 1, 症例 10)では中心窩の小さな黄白色点状病巣を認めたが, 典型的な黄色斑病変の認められた例はなかった. なお, 表 1 症例 10 の初診時にみられた黄白色病巣はその後の経過中に消失したので, 日食観察

による変化であった可能性はあるが、程度が軽かったために典型病巣に至らなかったのではないかと考えた。眼科医の診察を受けていない 11 例の眼底変化は不明であるが、1 例が持続的な視力低下を自覚しており、この例に眼底変化がある可能性は残る。

症状持続期間は 4 つに分類できた。すなわち、すぐに軽快、1 日で軽快、5~6 日間持続、1 週間以上持続した場合である(表 1)。症状がすぐに軽快した 3 例はいずれも曇りで、裸眼および他の用具で観察していた。裸眼で太陽を直視できる程度の曇り空であったため、眼底に到達した光量が比較的小さかったものと推測された。違和感、めまい、眼痛などの症状が観察中から当日中に発現してすぐに治まっていた。症状が 1 日で治まった 3 例は日食グラス以外に裸眼または他の用具も使用し、観察時間は 10 分間以上と最も長い時間観察していた。やはり、症状は観察中から当日に発現し、症状の種類も先の 3 例と類似した。天候はいずれも曇りないし雨であったため光量は低かったものと考えられた。したがって、症状が 1 日以内に治まったこれら 6 例はいずれも曇りないし雨のため眼内に透過した光量は少なく、症状も不定愁訴といえるものであることから網膜に器質的变化を生じたものではないと推測した。症状が 5~6 日間持続した 3 例の症状は先の 6 例と同様だが、2 例は発現時期が 2~6 日以降であった。天候が雨の 1 例は終始裸眼で観察し、曇りから晴れの 2 例は日食グラス以外に他の用具を使用し、いずれも比較的長時間観察していた。光化学反応による障害は通常照射直後ではなくある程度時間が経過してから発生することを考えると、この 2 例では網膜または虹彩に何らかの光化学反応による可逆性障害を来した可能性は否定できない。症状が 1 週以上持続した 5 例をみると、4 例は天候が晴れないし薄曇りであり、全例が日食グラス以外の用具と裸眼で見ている。そのうち、3 例は観察時間が比較的短い、不定愁訴といえる症状以外に視力低下と中心暗点が長期間持続していることと、発現時期が過去の日食網膜症報告のように観察終了後半日以上経過してから発生していることから、比較的好天候で光量が高かったために短時間の観察にもかかわらず日食網膜症に近い状態になった可能性が推測された。また、10 分以上観察した 1 例(表 1 症例 10)は高度 13,000 m で太陽観察用フィルターを使用していた。この例で使用されたフィルターは太陽観察用の市販品で、天体望遠鏡に装着のうえ目視しても安全なことが保証されている。それにもかかわらず症状が発現した理由として、① フィルター装着不備による迷光があった、② フィルターにピンホールがあった、③ カメラファインダー像は天体望遠鏡よりも低倍率で明るい(F 値が小さい)ため、網膜像の単位面積あたりの光量がかえって大きくなる可能性がある、④ 高所での赤外光の影響、⑤ 位置あわせの際に肉眼でみた可能性、などが考えられた。本人

に再度尋ねた結果では①は否定的で、②のフィルター傷も認められなかった。③について、このフィルターは天体望遠鏡や双眼鏡に装着して使用した際の安全性は保証されているが、カメラレンズに装着してファインダーを覗くことは想定されておらず、その場合の検討はなされていない。また、④については高所での赤外光強度とその影響に関する詳細情報はなく、現時点では不明である。⑤に関して、受診時の問診では裸眼での観察はなかったとのことであったが、再度の問い合わせで第三接触時のダイヤモンドリングを 5 秒程度裸眼で見たとの話を得た。以上から本例の眼障害の発生機序は断定できないが、ダイヤモンドリングを比較的長時間裸眼で見たことの影響が考えられ、カメラレンズにフィルターを装着した場合の減光程度と高所での赤外光の影響については今後の検討が必要と思われる。

今回は報告例が少ないためまとまりのある結果は得られなかったが、症状持続期間が長いほど重症と考えると個々の観察状況をみると、やはり眼内に透過した光量が大きな要因と推測された¹⁰⁾。低い光量では観察後すぐに不定愁訴といえる症状が発現して短時間で軽快し、高い光量では観察後半日程度経過してから自覚症状が発生して、比較的長期間症状が持続した。

今回の日食で幸い重篤な症例が発生せず、また障害件数も少なかった要因として、全国的な天候不良が挙げられる。また、世界天文年 2009 日本委員会が中心となって安全な観察法を学校関係者、児童生徒に解説するとともにマスコミを通じて一般に周知したこと、日本眼科医学会学校保健部もポスターを制作して日本眼科医学会および日本学校保健会のホームページ上に掲載し、さらに「日本の眼科」2009 年 6 月号を通じて日本眼科医学会に、また学校保健担当者のメーリングリストを介して学校保健関係者に、それぞれ病院、学校へのポスター掲示を求め、障害防止に努めたことも大きな要因と考えた。

世界天文年 2009 日本委員会推奨日食グラスの光透過率は図 2のごとくである。安全な太陽観察用フィルターの透過率について Chou は可視光(380~780 nm)の透過率が 0.003% 未満、近~赤外光(780~1,400 nm)の透過率が 0.5% 以下としている¹¹⁾。ただし、この値は完全に確立されたものではなく、この条件以下であればいかなる場合でも 100% 安全と言い切れないし、これより高くても危険と断言できるものでもない。一応の目安と考えるべきである。日食グラスの透過率は 700 nm 以上の可視領域で若干上昇する傾向はあるが、安全性に問題はないと考えた。実際、今回は正しい日食グラスの使用をしていて障害を生じた報告例はなかった。なお、フィルターの赤外領域の透過率が低いことは安全面から重要である。すなわち、可視領域透過性の高いフィルターを使用すれば太陽がまぶしく見えるので、通常は観察者がまぶしさを感じて見るのを中止すると思われるが、赤外光は

自覚がないので予期せぬ障害を来す可能性がある。したがって、透過率の分からないフィルターで太陽を見た場合、まぶしくないから問題がないと思っていても、赤外光による危険性が潜むことを理解しておく必要がある。日食グラスなどの太陽観察用フィルターの使用に際しては、フィルターに傷がないことを確認する、隙間から光が入らないように正しい使用法を守ることが重要である。しかし、それ以外にも人工水晶体眼、高体温、光感受性薬物の服用などさまざまな観察者側の要因で障害を来す可能性も否定できないので、観察中にすこしでも異常を感じたら観察をやめるべきである。

海外では過去に事前の啓発にもかかわらず日食網膜症が集団発生した事例が報告されている¹⁰⁾¹²⁾。2012年5月21日には国内で金環日食があるので、今後も太陽観察の危険性と正しい観察法を広く周知する必要があり、眼科医も十分な知識を持ち啓発に協力する必要があると考えた。

利益相反：利益相反公表基準に該当なし

文 献

- 1) **Duke-Elder S, MacFaul PA** : Non-mechanical injuries. In : Duke-Elder S (Ed) : System of Ophthalmology. Henry Kimpton, London, 888—896, 1972.
- 2) **Devadason DS, Mahmood S, Stanga PE** : Solar retinopathy in a patient with bipolar affective disorder. Br J Ophthalmol 90 : 247, 2006.
- 3) **Steinkamp PN, Qatzke RC, Solomon JD, Ore P** : An unusual case of solar retinopathy. Arch Ophthalmol 121 : 1798—1799, 2003.
- 4) **Huang SJ, Gross NE, Costa DLL, Yannuzzi LA** : Optical coherence tomography findings in photic maculopathy. Retina 23 : 863—866, 2003.
- 5) **Garg SJ, Martidis A, Nelson ML, Sivalingam A** : Optical coherence tomography of chronic solar retinopathy. Am J Ophthalmol 137 : 351—354, 2004.
- 6) **Paques MW, Calucci D, Cardillo JA, Scott IU** : Optical coherence tomography findings in patients with late solar retinopathy. Am J Ophthalmol 137 : 1139—1142, 2004.
- 7) **Stangos AN, Petropoulos IK, Pournaras J-AC, Zaninetti M, Borruat F-X, Pournaras CJ** : Optical coherence tomography and multifocal electroretinogram findings in chronic solar retinopathy. Am J Ophthalmol 144 : 131—134, 2007.
- 8) **Gulkilik G, Taskapili M, Kocabora S, Demirchi G, Muftuoglu GI** : Association between visual acuity loss and optical coherence tomography findings in patients with late solar retinopathy. Retina 29 : 257—261, 2009.
- 9) **Mainster MA** : Solar eclipse safety. Ophthalmology 105 : 9—10, 1998.
- 10) **Verma L, Sharma N, Tewari HK, Gupta S** : Retinopathy after solar eclipse, 1995. Natl Med J India 9 : 266—267, 1996.
- 11) **Chou BR** : Safe solar filters. Sky and Telescope. August : 119—121, 1981.
- 12) **Wong SCK, Eke T, Ziakas NG** : Eclipse burns : a prospective study of solar retinopathy following the 1999 solar eclipse. Lancet 357 : 199—200, 2001.