

## 설맹 방지를 위한 고소등반용 선글라스 디자인

최병진 · 장준영

대구보건대학 안경디자인과  
(2007년 8월 16일 받음, 2007년 9월 15일 수정본 받음)

산악 인구 증가와 더불어 해외원정 등반 인구도 크게 늘고 있다. 6천 미터 이상의 고소등반 시 발생하는 조난사고의 많은 부분이 설맹 때문이다. 설맹의 직접적 원인은 자외선에 의한 각막 및 망막의 손상이다. 고소에서의 자외선의 강도는 기압강하에 따른 고도효과와 설면에서 반사효과와 상승작용에 의해 크게 높아진다. 해발 4천 미터 설산에서의 자외선 강도는 지상에서보다 약 3배, 8천 미터에서는 약 4배 증가하는 것으로 나타났다. 고소등반에서 설맹을 방지하기 위해서는 고글보다 선글라스 형태가 바람직하다. 또 고소등반용 선글라스는 기계적 강도가 높은 프레임, 자외선을 100% 차단하는 플라스틱 렌즈의 사용이 요구된다. 얼굴과 선글라스 틈 사이로 들어오는 자외선을 차단하기 위해 탈부착식 차단막이 필요하다. 또 선글라스가 쉽게 탈착되지 않기 위하여 템플은 귀를 감을 수 있도록 길고 유연성이 좋아야 한다. 안구 주위의 동상을 방지하기 위해 메탈프레임을 합성수지로 피복하는 것이 바람직하다.

**주제어:** 고소등반, 자외선, 설맹, 선글라스 디자인

### 서 론

최근 건강에 대한 국민적 관심이 크게 늘어나고 주5일 근무가 확산됨에 따라 동호인들이 크게 늘어나 등산인구 일천만 명 시대를 맞이하게 되었다. 이에 따라 아웃도어시장의 매출규모도 2007년 1조 5천억 원을 상회할 것으로 전망되는 등 고공성장을 지속하고 있다. 이러한 사회적 경향과 더불어 해외의 유명산을 찾아 원정등반을 떠나는 등산인구 또한 크게 늘어났다.

전 세계를 통하여 히말라야 8천 미터 이상의 14좌를 모두 등정한 10인 가운데 우리나라 등반가가 3명을 차지할 정도로 우리 국민들의 도전정신과 산악정신이 이미 널리 알려져 있다. 최근에는 비록 8천 미터 이상의 거봉은 아니더라도 강인한 체력과 고도의 전문성이 요구되는 고소등반 활동을 즐기는 사람뿐 아니라 고소에서 스키나 보드하강을 시도하는 모험등반가들도 생겨나고 있다.

고소등반이란 일반적으로 해발 6천 미터를 넘는 고소에서 등산 활동을 말하며 히말라야(Himalaya)를 비롯하여 안데스(Andes), 파미르(Pamir), 알래스카(Alaska) 등에 한정되어 있다. 그런데 고소등반은 등반기간이 길 뿐 아니라 고도에 따른 기압과 온도저하, 강풍, 강렬한 자외선 등을 수반하기 때문에 강인한 체력뿐 아니라 극한환경을 대비

할 수 있는 적절한 장비를 착용하는 것이 필수적이다.

산악인들은 기압과 온도저하와 관련된 인체의 생리적 변화<sup>[1]</sup>에 대한 지식은 비교적 잘 갖추어져 있어 여기에 대한 훈련은 충분한 편이다. 그러나 문제는 앞에서 열거한 극한적 기후 조건들은 대부분 물리적인 현상인 반면 자외선에 의한 손상은 화학적 현상이기 때문에 산악인들은 이를 간과하기 일쑤여서 고소등반에 있어서 의외의 복병이 되고 있다. 고소에서의 자외선은 비록 느끼거나 볼 수는 없지만 매우 강렬한 것이어서 산악인들의 눈을 일시적으로 멀게 하거나 심할 경우 영구히 시력을 잃게 하는 설맹(snow blindness)<sup>[2,3]</sup>을 유발한다.

설맹은 산악인들의 등반활동을 일시적으로 어렵게 하는 비교적 약한 증세로 발병할 수도 있지만 상황에 따라서 중증으로 발전하는 수가 허다하다. 의료진 등 전문 인력 부재, 고소라는 어려운 접근성, 체력 저하 등 고소등반이 갖는 특수한 환경 때문에 설맹은 엄청난 비극을 가져 오기도 한다. 등반대원들은 설맹에 의해 등정을 포기하는가 하면 등반도중 대원들이 고소에서 시력을 잃고 목숨마저 잃는 경우, 목숨은 건졌어도 영원히 시력을 잃어버리는 경우들이 허다하게 보고<sup>[4,5]</sup>되고 있다. 설맹은 고소가 아닌 극지방 탐험에서도 흔히 나타날 수 있다. 1912년, 스코트(R. F. Scott)와 아문센(R. Amundsen)의 남극탐험대 비극<sup>[6]</sup>,

주 저자 연락처: 최병진, 702-722 대구 북구 태전동 산 7 대구보건대학 안경디자인과  
TEL: 053-320-1442, FAX: 053-320-1440, E-mail: cobojo@hanmail.net

2004년 계명대학교 에베레스트 원정대원이 정상 등정 후 하산 중 8,500미터 지점에서 대원 세 명이 사망한 사고 등은 대원들의 설맹 증세로 인한 시력상실이 그 원인인 것으로 밝혀졌다<sup>7)</sup>.

설맹의 원인은 바로 자외선이다. 자외선은 인체의 피부에서 광화학반응을 일으켜 비타민 D를 합성하는 등 유익한 면도 있지만 우리들에게 설맹과 같은 치명적인 신체적 손상을 준다. 위에서 언급한 바와 같이 산악인들이 설맹에 의해 많은 사고를 당하고 있지만 고소등반이라는 행위가 크게 대중적이지 못한 까닭에 안경제조 업계에서는 설맹을 방지하기 위한 선글라스에 대해서는 관심이 없거나 연구개발이 미진한 실정이다.

한편 최근 우리나라 안경제조 업계에서는 등산용품에 대한 수요 증가에 발맞추어 매우 다양한 종류의 등산용 선글라스 제품을 출시하고 있다. 우리 안경업계뿐 아니라 아디다스, 오클리, 볼레, 알피나, 세베 등 해외 유명 스포츠 안경 브랜드들도 폭증하는 한국의 등산 동호인들을 겨냥하여 국산 브랜드보다 더욱 다양한 기능과 디자인을 무기로 국내 시장을 공략하고 있다. 그러나 현재 출시되어 있는 등산용 선글라스들을 보면 대부분 기본적으로 자외선을 차단하거나 운동 중 땀 때문에 발생하는 불편한 착용감 등의 기능만을 개선하는 데에 그치고 있다.

고소등반용 선글라스는 단순 자외선 차단뿐 아니라 여러 가지 특수한 기능을 필요로 한다. 강풍과 눈보라, 높은 일교차, 강력한 자외선 차단은 물론 두터운 방한복과 병거지(balaclava), 산소마스크를 착용하고 무전기를 소지한 상태에서 등반자의 시야 확보를 방해하지 않는 기능들이 요구된다. 그러나 아직 고소에서의 극한상황을 대비한 고소등반 전용 선글라스 제품은 찾기 힘들다.

따라서 본 연구에서는 6천 미터 이상의 고소에서 일어나는 대기압, 자외선 강도의 변화 등 각종 환경 조건을 조사하고 이러한 환경에서도 등반자의 등반활동을 방해하지 않으면서 설맹을 방지할 수 있는 선글라스 디자인을 제안하고자 한다.

**본 론**

**1 고산에서의 자외선 강도**

자외선의 강도는 계절, 날씨, 지리적 위치, 고도 등 환경에 크게 영향을 받는다<sup>8)</sup>. 일 년 중에는 하지, 하루 중에는 태양의 남중 시점이 자외선 강도가 가장 강하고 습도가 낮은 지역 그리고 고도가 높은 지역이 더 강하다. 또한 반사에 의한 영향도 매우 커서 모래사장에서는 약 25%, 설면의 경우 반사율이 거의 85%에 달한다<sup>9)</sup>.

한편 자외선은 오존, 불순물, 공기 분자들에 의해 쉽게

Table 1. Relation between Height and Atmosphere pressure (KS C 0298)

고도(m)	기압(hPa)	고도(m)	기압(hPa)
0	1,013	6,000	472
1,000	899	8,000	356
2,000	795	10,000	264
3,000	701	15,000	120
4,000	616	20,000	55
5,000	540	30,000	12

흡수 및 산란된다. 공기의 농도, 즉 대기압은 Table 1에 나타난 바와 같이 해발 고도에 따라 직선적으로 감소한다. 따라서 해발 6천 미터 고소에서의 대기압은 해수면의 47%, 8천 미터에서는 35%로 줄어들기 때문에 직접 복사되는 자외선의 강도는 그만큼 더 높아진다.

고도에 따라 복사되는 자외선의 강도는 1,000m 상승에 따라 약 15%씩 증가하는 것으로 보고<sup>10)</sup>되어 있다. 그러므로 고소등반을 할 경우 자외선의 강도는 고도에 따른 상승효과와 설면에서 반사에 의한 효과가 합쳐져 더욱 더 높아진다.

따라서 임의의 높이 H(m)인 고소지역 설면에서의 자외선 강도를 해수면의 값과 비교한 자외선의 상대강도 I를 %로 나타내면 식 (1)과 같이 주어진다.

$$I(\%) = \left(1 + \frac{0.15H}{1000}\right) \times 1.85 \times 100 \tag{1}$$

여기서  $\left(1 + \frac{0.15H}{1000}\right)$ 는 자외선 강도에 대한 고도효과 (altitude effects), 그리고  $(1.85 \times 100)$ 은 설면에서의 반사효과(reflection effects on snow)를 각각 나타내고 있다.

식 (1)에 의하여 고소에서의 높이에 따른 총 자외선 상대강도를 나타내면 Table 2와 같다.

Table 2를 보면 눈으로 덮인 해발 4천 미터의 고소에서는 눈이 없는 평지에서의 자외선보다 약 3배 그리고 8천 미터 고소에서는 약 4배 더 강함을 알 수 있다.

Table 2. Relative UV Strength and Mountain Altitude (Covered with Snow, Shiny Day)

고도(m)	I (%)	고도(m)	I (%)
0	185	5,000	324
1,000	212	6,000	352
2,000	241	7,000	379
3,000	268	8,000	407
4,000	296	9,000	425

## 2. 자외선에 의한 설맹 메커니즘

자외선은 약 100 nm~400 nm 정도의 파장을 가지고 있다. 이 가운데 일반적으로 파장 범위가 320~400 nm인 자외선을 UVA, 280~320 nm인 것을 UVB 그리고 280 nm 이하의 것을 UVC로 분류한다. 그런데 여기서 파장이 짧은 UVC는 오존층에 의해 거의 대부분이 흡수되기 때문에 환경오염 등으로 인한 오존층 파괴가 심각하지 않다면 인체에 별 영향을 미치지 않는다.

UVB는 인체의 표피나 각막에서 흡수되지만 강한 UVB에 장시간 노출되면 각막에 염증을 일으키게 되어 설안염(雪眼炎), 즉 설맹으로 나타나게 된다. 각막에 발생한 염증이 회복되면 설맹 또한 치유된다. 한편 자외선 중 파장이 가장 긴 UVA는 에너지는 약하지만 유리는 물론 안구의 각막까지도 통과할 수 있다. 그러나 자외선을 망막까지 보낼 필요가 없기 때문에 우리 인체는 망막에서 일부 혹은 수정체 등에서 흡수하게 되는 대 이 때 장시간 강한 UVA에 의해 손상된 각막은 더 이상 흡수기능을 잃고 자외선을 통과시켜 망막이나 황반 부위를 2차적으로 손상시킨다. 따라서 UVA 및 UVB는 인체의 피부나 각막에 직접 영향을 미치기 때문에 이들을 자외선을 홍반작용 자외선(rythermal UV, 280~400 nm)이라고 한다. 이와 같이 한 번 손상된 각막(특히 바우만 층, Bowman's layer)<sup>11)</sup>이나 망막은 영구히 시력을 잃게 만들 수 있으므로 강한 자외선은 고소 등반가들에게 있어서 치명적인 결과를 초래할 수 있어 매우 위험하다.

## 결 론

### 1. 고소등반용 선글라스의 조건

앞에서 논의한 바와 같이 고소등반에서 강한 자외선에 의한 설맹은 등반가들에게 치명적인 것이기 때문에 고소등반활동을 방해하지 않으면서 자외선을 확실히 차단할 수 있는 선글라스의 디자인 개발이 필요하다. 또한 고소용 선글라스는 극한상황에서도 기능을 잃지 않아야 한다. 따라서 본 연구에서는 고소등반용 선글라스 설계에 있어 고려해야 할 사항을 다음과 같이 제안하고자 한다.

고소등반에는 등반활동 기간이 수개월 정도로서 매우 길기 때문에 강한 자외선에 노출되어 있는 시간도 더 길다. 따라서 프레임은 내구성, 특히 기계적 강도가 특히 우수해야 하며 렌즈는 자외선을 100% 차단하는 플라스틱 소재의 사용이 요구된다.

산소통을 지고 등반할 경우, 특히 하산할 때에 있어서 고글의 착용은 구조적으로 산소흡입을 방해하거나 탄력밴드가 마스크의 산소관의 기도를 차단하기 쉬우므로 고글보다 선글라스 형태가 바람직하다.

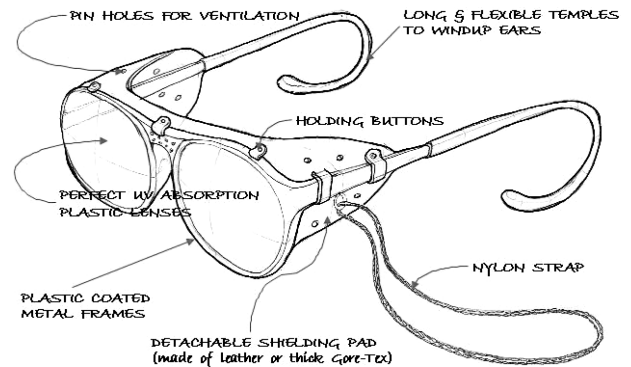


Fig. 1. Schematic Sketch of Sunglasses for High Altitude Climbing and Parts Explanation.

얼굴과 선글라스 사이에 생기는 틈 사이로 반사 혹은 산란된 자외선이 들어온다. 뿐만 아니라 등반 중에 이 사이로 훑날린 눈도 함께 들어와 렌즈에 쌓여 등반가의 시야를 가리게 되므로 이를 방지하기 위한 탈부착식 자외선 차단막이 필요하다.

선글라스가 쉽게 탈착되지 않기 위하여 길고 유연성이 좋은 소재로 템플을 만들어 귀에 튼튼하게 고정되도록 설계할 필요가 있다. 그리고 만일에 대비하여 분실위험을 막기 위한 걸이용 줄이 필요하다.

금속 프레임을 착용할 경우 안구 주위가 동상에 걸릴 위험이 있으므로 메탈프레임을 합성수지 등 마찰계수가 높고 열전도율이 낮은 소재로 피복하는 것이 바람직하다.

### 2. 고소등반 전용 선글라스 디자인

**PLASTIC COATED METAL FRAMES:** 고소등반용 선글라스는 내구성을 갖추어야 하므로 프레임 전체를 메탈로 설계하였고 또 메탈은 열전도도가 매우 크므로 메탈과 피부의 직접 접촉에 의한 동상을 방지하기 위해 메탈 소재에 플라스틱을 피복 설계하였다.

**DETACHABLE SHIELDING PAD:** 고소에서는 정면으로 입사되는 자외선뿐 아니라 설면 반사에 의해 측면으로 입사되는 자외선의 강도도 매우 강하므로 측면을 모두 차폐할 수 있는 탈부착 패드를 설치하였다. 패드는 질기고 유연한 재질인 가죽이나 고어텍스 섬유가 바람직하며 내부 습기로 인한 김서림을 방지하기 위하여 작은 구멍을 많이 만들어 줄 필요가 있다.

**LONG & FLEXIBLE TEMPLES TO WINDUP EARS:** 격렬한 등반활동 중 선글라스가 벗겨지지 않아야 하므로 템플이 귀를 완전히 감아 선글라스를 강하게 고정할 수 있도록 설계하였다. 따라서 템플은 유연성이 좋은 메탈 코어에 마찰계수가 높은 고무를 피복하는 것이 바람직하다.

**NYLON STRAP:** 선글라스가 벗겨지더라도 나일론 끈에 의해 매달려 있도록 설계하였다.

### 참고문헌

- [1] 박영석, “등반에서의 고도에 따른 체력 및 생리적 변화에 관한 연구”, 석사학위논문, 동국대학교 교육대학원 (2003).
- [2] 이근후, “에베레스트와 설맹”, 사람과산, 10(1):110-111(1998).
- [3] P.J. Tracy, “Snow Blind”, Penguin group, New York, USA, pp. 17-25(2007).
- [4] 심산, “마운틴오디세이”, 풀빛, 서울, pp. 136(2002).
- [5] Fred Beckey, “Mount Mckinley”, The Mountaineers, Seattle USA, pp. 230-255(1993).
- [6] Susan Solomon, and Charles R. Stearns, “On the role of the weather in the deaths of R. F. Scott and his companions”, Geophysics, 96(23), November 9:13012-13016 (1999).
- [7] 심산, “엄홍길의 약속”, 이레, 서울, pp. 205(2005).
- [8] Rhodes L.E., “IARC, Sunscreens. IARC Handbooks of Cancer Prevention Vol”, Elsevier, London, UK, pp. 72 (2001).
- [9] Renaud, Anne, Staehelin Johannes, Fröhlich Claus, Philipona Rolf, Heimo Alain, “Influence of snow and clouds on erythematous UV radiation: Analysis of Swiss measurements and comparison with models”, J. Geophys. Res. D: Atmospheres, 105(D4):961-4969(2000).
- [10] Daniel A. Schmucki and Rolf Philipona, “Ultraviolet radiation in the alps: The altitude effect”, Opt. Eng., 41:3090-3095(2002).
- [11] Wilson, Steven E and Hong Jong-Wook, “Bowman's Layer Structure and Function: Critical or Dispensable to Corneal Function? A Hypothesis”, Cornea, 19(4):417-420(2000).

## A Sunglasses Design to Prevent Snow Blindness at High Altitude

Byung-Jin Choi and Joon-Young Jang

Department of Eyewear Design, Daegu Health College

(Received August 16, 2007; Revised manuscript received September 15, 2007)

Recently, the population of people exploring High Mountain trekking or expedition is increasing as an increase in the backpackers. Many accidents occurring at High Mountain above 6,000 m are the results of snow blindness. The damage of cornea and/or retina is direct cause of snow blindness. The UV intensity increases on the hand, along with the altitude caused by decrease in the atmospheric pressure, on the other hand the reflections by bright snow at high mountain area. And it increases approximately 3 times and 4 times higher than the ground level at altitude of 4,000 m and 8,000 m, respectively. The use of sunglasses is more favorable than goggles for the protection of snow blindness at High Mountains. The eye frames that have high mechanical strength and the plastic lenses which can protect UV 100% are recommended. The attachable shielding pads are needed to prevent the incident UV light reflected or scattered from the gap between glasses frame and face. The sunglasses must have flexible and long temples to wind the ears adequately for the prevention of detachment during climbing and it is recommended that the metal frame to be coated with plastics to prevent the eye surroundings from frostbite.

**Key words:** High Altitude Climbing, UV, Snow blindness, Sunglasses Design