

자외선이 건강에 미치는 영향

Tadakatsu Onaka

후쿠오카여자대학 인간환경학부 생활환경학과

1. 머릿 말

자외선은 피하(皮下)의 비타민 D 전구(前驅)물질을 비타민 D 로 바꿈으로서 구루병의 예방효과가 있고 또 자외선은 살균작용과 자외선이 많은 산악이나 해변에서는 대기가 청정하다는 등의 이유에서 자외선의 유효성이 인식되어 왔다.

그러나 최근에는 피부노화의 주요원인의 하나로서 자외선의 영향을 들게끔 되어 일반적으로 자외선의 피해가 인식되게 되었다. 또한 지표에 도달하는 유해한 단파장의 자외선을 차단하고 있는 오존층이 프레온가스 등에 의해 파괴되는 것이 예상되어 일부 지역에서는 자외선 증가가 건강에 미치는 영향이 이미 관찰되고 있다.

자외선에 대한 논의는 종래의 일광욕 등에 의한 자외선 노출의 적극적인 행위에서 자외선 노출에 의한 피해를 어떻게 작게 하는가로 바뀌고 있다. 자외선의 유효성과 피해를 아는 것은 건강하며 쾌적한 생활을 영위함에 있어 대단히 중요하다.

2. 자외선 이란

자외선은 물리적으로 전자파의 일부이다. 전자파는 무선통신에 이용되는 전파와 같이 파장이 수미터에서 수천미터에 이르는 것에서, X선과 같이 파장이 불과 수 nm (100만분의 1 nm)에 지나지 않는 것까지 매우 폭 넓은 범위에 걸쳐 있다.

그 중에서 파장 약 10 nm에서 400 nm까지의 전자파를 총칭하여 자외선이라 한다. 자외선의 구분은 여러 가지이나 생물에 대한 영향을 고려하여 Fig. 1과 같이 3영역으로 나눌 수 있다.

파장 400~320 nm를 UVA(A자외선, 장파장 자외선, 근자외선), 파장 320~280 nm를 UVB(B자외선, 중파장 자외선), 파장 280~200 nm를 UVC(C자외선, 단파장 자외선, 원자외선)으로 나누고 있다(WHO, 1979; 大中, 1990).

파장 200 nm 이하의 자외선은 공기 중에서 거의 흡수되고

100	200	280	320	400nm
(10)	(190)	(290)	(315)	(380)
Vacuum UV	UVC	UVB	UVA	

Fig. 1. 자외선의 구분(각 영역의 파장범위는 다른 의견도 있어 ()안에 표시하였다).

진공에서만 존재하므로 진공 자외역 자외선이라고 부른다. 이와같이 자연계에서 UVC는 대기중에 거의 흡수되지만, 인공적으로 발생하는 자외선에는 이 파장영역의 자외선을 포함하고 있는 것이 많다.

예를 들면 자외선의 인공광원으로는 수은등, 수은 아크등 등이 있으며 이러한 자외선은 파장이 짧은 UVC를 포함하고 있다. 또 무균실의 공기살균 등에 사용되는 자외선 살균등은 대부분이 살균작용이 강한 254 nm를 중심으로 한 UVC가 사용되고 있다.

전자파는 파장이 짧을수록 에너지가 크고 인체에 미치는 영향이 크다. 건강한 사람의 피부는 UVC에 의한 심각한 영향은 극히 적지만 UVC는 건강한 사람의 피부일지라도 염증이나 부종을 일으킨다. 또한 지표에서는 인공적으로 발생하는 파장이 짧은 자외선으로는 전리선(x선, γ선)을 들 수 있으며 이것은 약 영향을 줄 가능성이 있다.

3. 태양광 중의 자외선

3.1 자외선의 물리적, 시간적 변화

자외선의 양은 지표에 도달하는 일사량에 의해 영향을 받으며 위도, 고도, 계절, 시각, 기후에 의해 변동한다. 일반적으로 적도 부근에서 가장 많고 위도가 높을수록 적어진다. 그러자 경도가 다른 세계 24도시에서 측정된 자외선 양은 반드시 위도의 사이에 단순한 상관관계가 인정되지 않았다는 보고도 있다(Davis et al., 1976).

고도는 자외선 양에 영향을 끼쳐서 고도가 1000 m 상승하면 자외선 양은 약 15% 증가하며, 고도가 3000 m를 넘는 고산에서의 자외선 양은 평지와 비교하여 약 1.5배 증가한다. 계절적으로 봄에서 여름에 걸쳐서 급증하며 특히 3~4월에서의 증가가 크다. 또 최대치를 나타내는 것은 5~6월에 걸쳐서이고 반드시 한 여름이 최대가 되는 것은 아니다.

사람의 피부는 자외선의 조사에 대해서 멜라닌 색소의 침착, 각질층의 비후(肥厚)에 의해 방어적인 변화를 나타내는데, 이 변화는 자외선이 많아지는 봄에서 여름에 걸쳐 생긴다. 이 때문에 초봄의 자외선 양은 여름에 비교하여 적음에도 불구하고 영향은 크게 된다.

하루 중에는 12시경을 정점으로 하여 10~14시 사이가 많아서 하루의 총 자외선 양의 약 60%가 이 시간대에서 지표에도

달하며, 또 9~15시 사이에 약 80%가 도달한다. 단, 정점의 시각은 경도에 따라 약간 변화하며 서쪽으로 갈수록 늦어진다.

3.2 자외선의 노출량

Leach 등(1978)은 사무계 노동자, 점원, 주부 등 약 50명을 대상으로 일상생활에서의 자외선량을 폴리스설피론(polysulphone)필름을 사용하여 1년 간 측정하였다. 1년 간에 받은 자외선 양은 수평면 전천공(全天空) 자외선량의 약 3%이었고, 주말의 피폭량은 1주간 피폭량의 45%에 상당하는 것을 나타내었다.

직종별로는 정원사 10%(전천공량에 대한 비율), 연구원 2%, 구속된 입원환자 0.1%, 노인의 입원환자 9%이라고 보고하였다(Challoner *et al.*, 1976). 井川 등(1991)이 측정한 스포츠(골프, 게이트볼, 스키)와 해수욕 중에 노출된 자외선은 측정된 신체 18개소 중 두정부와 견부에서 가장 많았다.

스포츠 종목별로서는 골프와 게이트볼에서는 손목, 등, 팔 등에 피폭량이 많고, 스키에서는 부위 차가 적었다. 특히 스키에서는 턱 부분을 측정을 해 본 결과 해수욕과 비교하여 반사에 의한 피폭이 많은 것을 나타내고 있다.

4. 자외선의 피부에 대한 영향

4.1. 피부의 구조와 빛

피부는 더위, 추위, 비바람으로부터, 신체를 보호할 뿐만 아니라 자외선으로부터도 신체를 보호하고 있다. 자외선을 포함하는 태양광의 에너지는 사람의 뇌, 심장, 소화기관까지 이르지 못하고 피부의 일정 부분까지 밖에 들어가지 못한다.

피부의 구조는 Fig. 2에 나타낸 바와 같이 표피, 진피, 피하조직으로 되어있다. 피하조직은 대부분이 지방조직이며 쿠션의 역할을 함과 동시에 체내의 온도를 유지하게 한다. 진피는 피부의 탄력과 관계있는 단백질로서 된 각종 섬유성분과 피부에 영향을 공급하기 위한 모세혈관과 신경 등이 있다.

표피는 피부의 가장 바깥쪽 부분으로 그 중에서도 공기에 접촉하고 있는 부분을 각질층이라고 하여, 죽은 세포의 잔해(각화된 세포)로서 되어있고 외계부터의 직접 자극에서 신체를 보호한다.

표피의 가장 깊은 곳인 기저층에서는 새로운 세포를 만듦과

동시에 표피의 신진대사를 조절하고 또 자외선의 자극에서 신체를 보호하는 멜라닌을 만드는 멜라노사이트가 존재한다.

또한 기저세포층과 유자세포층에서는 비타민 D의 전구체(前驅體) 7-히드로코레스테롤이 존재하며 자외선(특히 UVB)이 조사되면 비타민 D로 변한다.

태양광은 피부의 어느 깊이까지 들어가는 것일까? 태양광 중에서 지표까지 도달하는 것은 파장이 290 nm 이상의 것이다. Fig. 2에 나타낸 것과 같이 파장이 짧은 UVC(지표에서는 인공광원에 의한 것)는 거의 표피까지 밖에 도달하지 못하고, UVB는 일부만 진피까지, UVA는 진피까지 도달한다. 즉 실외에서는 UVA, UVB의 영향을 미치는 위치가 다르더라도 양자의 영향을 받는다.

한편 유리창을 통한 태양광은 315 nm 이하의 파장은 차단되어 그 결과 실내에서는 UVA의 영향이 주체가 된다.

4.2 항구루병작용, 살균작용

사람의 피부에 자외선이 조사되면 혈중의 7-히드로코레스테롤을 비타민 D로 변화시켜 항구루병 효과를 가진다는 사실은 잘 알려져 있다. 이 때문에 자외선이 적은 고위도지방에서는 구루병의 발병률이 높다. 러시아에서는 북위 65°에서의 구루병 발병률은 북위 45°에서의 2.5배~3배인 것이 보고되고 있다(WHO, 1979).

자외선 조사 부족이 되지 않는 최저한의 자외선 조사량은 명확하게 밝혀져 있지 않다. 그러나 비타민D는 일광욕을 하지 않더라도 식품에서 섭취할 수가 있다. 우리나라에서는 현재 식생활이 풍요하여 식품만으로도 충분한 비타민 D를 섭취할 수가 있기 때문에 일부러 일광욕을 하지 않고도 비타민 D가 부족할 염려는 적다.

일조량 부족은 심리적인 영향과 건축물에서의 영향도 고려하여 우리나라 건축기준법에서는 주택의 최저 일조시간을 4시간으로 정하고 있다.

250~320 nm의 자외선은 살균작용이 크며, 특히 254 nm의 파장에서는 최대가 된다. 이 때문에 살균등에서 사용되는 자외선의 파장은 이 영역의 것을 사용하고 있다.

침구·의복은 일광에 노출하여 일광소독을 하지만, 태양광선 중 가장 짧은 파장의 것이 이 작용을 조금 대행하고 있음에 지나지 않는다. 단, 일광의 열작용과 그것에 의한 건조가 멸균이나 세균의 번식을 억제하는 데는 유효하다.

4.3 햇빛 쏘임

자외선의 인체에 대한 영향 가운데 가장 알려져 있는 것이 피부에 대한 영향이다. 일반적으로 햇빛쏘임이라고 불리고 있는 현상은 본질적으로 두 가지의 다른 현상이 혼동되어 사용되고 있는 경우가 많다.

하나는 피부가 붉게 되는 홍반이며, 또 다른 하나는 피부가 검게 되는 색소침착이다.

자외선에의 노출 결과, 홍반이 생기며 그에 대한 방어반응으

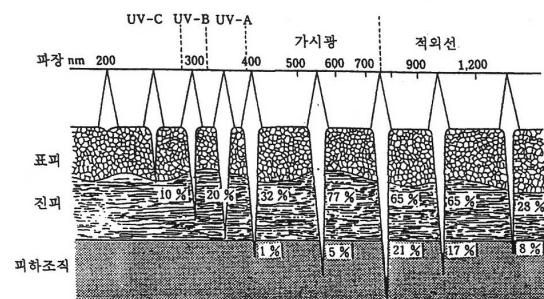


Fig. 2. 자외선의 피부 투과율(安本, 1985).

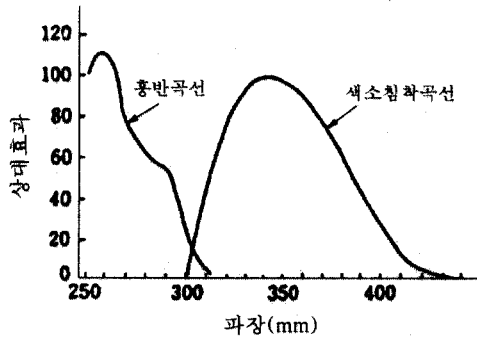


Fig. 3. 자외선에 의한 홍반과 색소침착(前田, 1985).

로서 색소침착이 생긴다. 그러나 홍반이 생기지 않더라도 색소 침착은 일어난다.

홍반 : 30분 이상 뜨거운 여름의 태양광선에 피부를 쬐이면 피부에는 홍반이 나타난다(일반적으로는 sun burn 현상이라고 불리워진다). 태양광에 노출된 피부는 혈관이 확장하고 혈류가 증가하고 혈관의 투과성이 항진하는 등의 결과로 피부는 빨갱게 되는데, 이것은 주로 UVB에 의한 영향이다.

Fig. 3에 사람의 피부에 홍반현상을 일으키는 파장을 나타내었는데, 파장 250~260 nm의 자외선은 홍반작용이 강하다. 홍반의 정도는 피폭된 자외선에 의존하며, 보다 강한 자외선에 쬐이면 홍반이 생길뿐 만 아니라 통증, 부종, 수포가 형성되게 된다.

색소침착 : 색소침착(일반적으로는 sun turn 현상이라고 불리워진다)에는 두 종류가 있다. 하나는 주로 UVA에 의해 표피의 기저층에 있는 멜라노사이트가 자극되어 멜라닌이란 색소가 증가하는 경우로서, 그 정도는 인종적으로 달라서 피부의 색을 결정하는 경우로서, 그 정도는 인종적으로 달라서 피부의 색을 결정하는 요인의 하나로 되어있다. 이 과정은 일광에 쬐이면 자연히 일어나는 반응으로 1차적 색소침착반응이라고 부른다.

이것에 대해 UVB에 피폭되어 홍반이 생긴 후에 여기에 대한 방어적인 반응으로서 멜라노사이트가 2차적인 반응으로 다량의 멜라닌을 만든다. 이 2차적인 색소침착은 1차적인 것과는 달리 생화학적인 자극에 의한 것이다.

1차적인 색소침착이 3~10일간에 서서히 증가하여 장기간 지속하는 것에 대해, 2차적 색소침착은 홍반의 소실후 6~24시간에 나타나기 시작하여 자외선의 자극이 없어지면 점차 소실한다.

Fig. 3에 나타낸 1차적 색소침착에 2차적 색소침착을 일으키는 자외선의 파장은 꽤 다르다. 이 색소침착은 다음의 자외선 노출때에 방어적으로 작용하므로 매우 중요한 생체반응이다.

자외선에 노출되면 표피 특히 각질층의 비후가 생기며, 각질층은 자외선을 흡수·반사 하므로 각질층의 두꺼운 부분에서는 홍반이 일어나기 어렵다. 자외선의 반복 피폭을 받으면 각질층은 비후하고, 색소침착과 더불어 다음의 자외선 피폭에 대해 방어적으로 움직인다.

낙설 : 해수욕, 테니스, 스키 등에서 피부를 지나치게 햇빛에 태우면 피부가 빨갱게 될 뿐만 아니라 껍질이 벗겨진다.

이것은 자외선의 영향으로서 일시적으로 피부세포의 증식이 억제되지만 3일 정도 경과하면은 역으로 세포가 활발하게 증식하게끔 되기 때문이며 그 결과로 껍질이 벗겨진다.

4.4. 장시간의 자외선 노출의 영향

피부가 일광(자외선)에 노출되면 단기간에는 홍반, 색소침착이 일어난다. 장기간에 걸쳐 피부를 자외선에 쬐이면 피부의 노화를 촉진하고 또 피부암의 위험이 높아진다.

피부의 노화 : 장기간에 걸쳐 피부가 자외선에 노출되면 피부의 노화가 촉진된다. 즉 피부가 얇아지고(위축) 주름이 증가하고 거칠어지며 가볍게 부딪쳐도 피하출혈이 일어나게 된다.

이러한 피부의 변화는 진피 결합조직이 장기간의 일광 피폭에 의해 변성하기 때문이다. 진피에는 피부의 탄력과 관계있는 단백질이 존재하나 그 양이 감소하고 또 성질도 변성하며 탄력이 없어진다.

자외선에 반복 노출되는 어민, 농민, 실외 작업자 등에는 반복노출에 의한 특이한 피부의 반응을 나타낸다. 즉 피부는 탄력이 없어지고 갈색의 주름진 피부가 된다. 또 안면에는 모세혈관이 확장하고 경부에서는 목의 움직임에 의한 선 모양의 균열(다이아몬드형 피부)이 일어난다.

이러한 변화는 그 자체는 유해하지 않지만 피부암의 위험을 높이므로 주의가 필요하다. 서핀, 테니스 등 자외선이 강렬한 환경에서는 하는 스포츠에서는 자외선에 반복 노출된 결과 피부의 노화가 촉진되는 가능성도 부정할 수 없다.

기미는 30세 이후 얼굴 등에 나타나는 색소침착인데 멜라닌이 기미에도 관계하기 때문에 자외선 피폭에 의해 악화한다. 주근깨는 유전성에 의한 것으로 소아기부터 생기지만 기미와 마찬가지로 자외선 피폭에 의해 악화한다.

자외선에 의한 피부암 : 태양광선 특히 자외선이 피부암의 주원인의 하나인 것은 각종의 역학(疫學)조사에 의해 자외선이 피부암의 원인의 하나인 것은 확실하다.

(1) 피부암이 두부, 경부, 팔, 손 등의 의복에 피복되어 있지 않은 부위에 빈발한다.

(2) 피부암 발병율은 피폭된 자외선량에 관계하며, 태양에 노출되는 기회가 많은 실외 노동자에 발병율이 높다.

(3) 피부암 발병율은 태양광의 강도에 관계하며 백인에 있어서는 태양광의 강도가 높은 적도지방의 사람이 피부암 발병율이 높다.

(4) 동물을 사용하고 자외선 조사에 의한 실험적 발암에서도 반복조사에 의해 용이하게 암이 발생한다.

Fig. 4에 연간 자외선량과 백인의 피부암 발병율과의 관계를 나타내었다(Gordon & Silverstone, 1976). 8지방에서의 피부암 발병율(대수 변환)과 연간 자외선량과의 사이에는 직선관계가 인정된다.

멜라닌 색소가 많은 한국인, 일본인에서는 백인만큼 피부암 발병율은 높지 않지만, 자외선이 강한 지방일수록 피부암의 발병율이 높다(Miyaji, 1976).

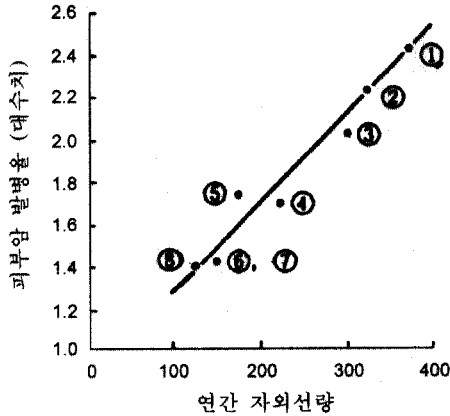


Fig. 4. 8지역(1: Queensland, 2: Texas, 3: South Africa, 4: Nevada, 5: Canada (6 Provinces), 6: England (5 Regions), 7: Germany, 8: Scotland)에 있어서 인구 100,000명당의 피부암 발병율과 태양 광선중의 자외선량(wat-sec/cm²)과의 관계(Gordon & Silverstone, 1976).

또한 백인 가운데서도 UVB가 가장 발암에 관계하고 있다고 일컬어지며, 1974년 미국과학아카데미는 성층권의 오존층과 피부암에 관한 보고서를 제출하고 있다(龍澤, 1983). 오존층의 두께가 1% 감소하면 UVB량은 2% 증가하고 피부암은 0.5~5% (평균 2%) 증가한다고 추정하고 있다.

UVC는 동물실험에 의해 발암성이 확인되어있으나 오존층의 존재에 의해 발암성이 확인되어있으나 오존층의 존재에 의해 지표에서는 자연광에 의한 UVC는 존재하지 않고 인공적인 자외선의 경우(작업적 피폭)만이 발암성이 문제가 되어 있다.

자외선량과 피부암 발병량과의 관계에 대해서는 현재 재평가 작업이 진행되고 있다.

5. 인종과 자외선

5.1. 최소 홍반량

자외선에 노출되면 홍반이 생기며, 이 때 육안으로 조금 인정되는 정도의 홍반을 생기기 위해 필요한 최소 조사에너지를 최소홍반량(minimal erythema dose, MED)이라고 한다. 이 MED는 개인차, 인종차가 크고 각개인의 광생물학적 지표가 된다.

UVA에 피폭되어도 홍반이 되는 것은 적으나 UVB의 작용을 강화하는 움직임이 있다. 아침·저녁의 자연광에 포함되는 UVB의 양은 적으나 UVA는 동일 풍부하게 존재한다. 이 때문에 UVB에만 피폭된 경우보다 아침에 외출하여 UVA에 피폭된 피부는 한 낮의 강한 UVB에 피폭되면 반응이 강하게 된다.

홍반의 증상은 수광량(자외선의 강도와 조광시간의 곱)에 비례한다. 일반적으로 부종, 통증 등 수반할 때는 약 4 MED, 수포가 생겼을 때는 8~10 MED의 수광(受光)이 있다고 추측된다.

5.2. 인종과 피부의 색

인류는 영장류(靈長類)에서 진화하여 왔다고 생각되나 다른

영장류와 비교하면 모리스(D.Morris)가 그의 저서 「The Naked Age」 중에서 강조한 바와 같이 체모가 퇴화하여 흔적으로 남아있는 것이 특징적이다.

자외선에의 노출은 피부암의 위험이 매우 높아진다. 신체가 체모로서 덮여진 동물은 자외선을 모선(毛先)으로 완하·흡수하여 피부에의 직접적인 영향을 피할 수 있다. 한편 털을 가리지 않는 인류는 피부의 색을 검게 하여 피하조직에 자외선이 투과하는 것을 막음에 의해 적응을 나타낸다.

모피를 버리고 검은 피부가 된 인류의 선조는 점차로 생활권을 확대하여 열대에서 중 위도지방으로 이르게 된다. 이 한랭한 기후에는 불의 사용이나 의복을 몸에 감싸므로서 대처하지만, 약한 일사는 인류에 새로운 문제를 야기시킨다.

뼈가 성장하기 위해서는 식료품에서 칼슘을 흡수하여 그것을 뼈조직에 넣지 않으면 안된다. 장(腸)에서 칼슘을 흡수함에도 뼈조직에 전이함에도 비타민 D는 꼭 필요하다. 비타민 D는 식료품에서도 섭취할 수도 있으나, 사람의 피부에 자외선이 조사되면 피하에 있는 7-히드로코르테스테롤이 비타민 D로 변화함에 의해 얻을 수가 있다.

검은 피부에서의 비타민 D는 생성의 효율이 나쁘고, 또 비타민 D를 많이 함유하는 해초, 계란류를 섭취하는 것이 어려웠던 인류의 선조는 뼈조직의 생성부진(구루병, 골연화증)에 직면하게 되었다.

약사 일사에서 비타민 D를 형성하기 위하여 인류는 피부의 색을 희게 함에 의해 적응하였다. 그 결과 일사가 강한 저위도 지방에 잔유하는 인류는 검은 피부로서 일사가 약한 중고위도 지방의 인류는 흰 피부가 되었다.

이러한 적응은 오랜세월이 걸렸지만, 오늘날에는 인간의 이동이 지구적 규모로 되어 흑인이 고위도지방에, 백인이 저위도 지방에 거주하는 예도 적지 않다. 그들의 피부색과 그 지방의 자외선량이 맞지 않을 경우에는 큰 영향을 받는다. 자외선에 피폭되었는 경우 홍반과 색소침착이 생기나, 그 양상은 인종에 따라 매우 다르다.

저위도 지방에 사는 백인에게에는 자외선 과잉피폭에 의한 장애, 특히 피부암의 다발, 고위도 지방에 사는 흑인에게에는 자외선 조사부족에 의한 골연화증, 구루병에 고통을 받고 있다.

백인에게에는 일광에 대한 조사방법(자외선 피폭을 피하는 방법)이 유아기에 교육하게 되고, 흑인에게에는 바타민 D가 첨가된 식료품, 약품의 섭취 등 특별한 배려가 필요하다.

5.3. 피부의 혈

일광조사에 대한 홍반형성과 그 후의 색소침착은 인종차, 개인차가 크다. 양자의 관계를 구미 백인에 대해 검토하여 Table 1에 나타난 피부의 형을 제창하였다.

또한 백인이외에 대한 피부형이 추가되고 있다. (Council on Scientific Affairs, 1989), 즉 피부가 어느 일정량의 자외선 조사를 받았을 때에 홍반은 반드시 생기지만 색소침착은 생기지 않는 경우를 Type I, 역으로 홍반은 희박하고 명료한 색소침착

Table 1. 피부 타입의 구분

Skin type	History of sunbming or tanning*
I	Always burns easily, never tans
II	Always burns easily, tans minimally
III	Burns moderately, tans gradually and uniformly (light brown)
IV	Burns minimally, always tans well (moderate brown)
V	Rarely burns, tans profusely (dark brown)
VI	Never burns, deep pigmented (black)

*Based on first 45 to 60 minutes of sun exposure after winter or no sun exposure.

을 남기는 경우를 Type IV으로 하고, Type II, III는 중간의 형으로 한다.

Type V, VI는 후에 추가된 것으로 구미 백인외의를 상정하고 있다. Type V는 Pueroricoin, 몽고인 등을, Type IV는 아프리카인을 나타내고 있다.

Type I에는 구미계의 백색인종(Gelt인)이 속하고 MED는 모든 피부형 중 가장 적다. 켈트인은 적은 자외선을 효과적으로 이용하며 비타민 D를 만들게끔 적용하여 온 결과, 자외선이 적은 고위도지방에서 구루병에 대한 효과적인 방어효과를 얻었다.

그러나 켈트인이 북구의 고위도지방에서 타지역으로 이주하면 이야기는 달라지게 된다. 색소침착이 거의 생기지 않는 그들은 자외선량이 많은 저위도 지방에서는 자외선 피폭과다에 수반되는 피부암의 공포에 직면하게 된다.

약간 검은색을 가지는 Type IV에서는 자외선 피폭후 멜라노사이드의 활성이 높아지고 멜라닌이 대량으로 만들어 짐에 대해서, Type I, II에서는 멜라노사이드의 활성이 높아지지 않고 또 표피내에서 급속히 붕괴한다. 그 결과, 각질층내의 멜라닌 필터가 형성되지 않는다.

자외선 피폭후의 색소침착에 대해서는 한국인·일본인의 피부는 구미인과 비교하여 뛰어나며 또 출현후의 지속시간은 길다. 그러나 동일방법, 동일조건으로서 비교한 연구데이터는 현재까지 보이지 않는다.

6. 자외선의 노출한계

태양광선에 의한 자외선의 노출한계에는 극지지방에 사는 사람들의 자외선 조사부족에 대한 하한계, 또 특히 자외선조사에 대한 감수성이 높은 사람이 자외선량이 많은 적도부근에서 생활하는 경우의 상한계가 있다.

그러나 자외선조사에 대해서는 개인차(특히 인종차)가 크며, 또 자외선의 파장에 의해 영향이 다르고 단시간과 장시간 노출에서도 영향이 다르기 때문에 이러한 노출한계고 밀접하는 것은 곤란하다.

한편, 인공적인 자외선에의 노출에 대해서는 그것이 작업적으로 노출되는 것과 자외선의 파장이 태양광선에 비해 유해성이 높다는 등의 이유로써 허용 노출시간·양 등이 권고되고 있다.

6.1. 자외선 부족에 대한 기준

자외선이 적은 고위도지방에서는 구루병의 발병율이 높다고 알려져 있다. 러시아에서는 북위 65°에서의 구루병 발병률은 북위 45°에서의 2.5배~3배이라고 보고되고 있다(WHO, 1976).

자외선의 조사부족, 일조부족을 피하기 위한 최저한의 자외선 조사량은 명확하게 제시되어 있다. 일조량 부족은 심리적인 영향, 건축물예의 영향을 고려하여 우리나라의 건축기준법에서는 주택의 최저일조시간을 4시간으로 규정하고 있다. 한편, 자외선 조사부족을 해소하기 위한 최저조사량에 대해서는 흥반을 생기게 하는 threshold value의 1/8이하로서 충분하다고 보고되고 있다.

구루병 예방을 위해서는 위도 60° 이상을 제외하면, 정오경의 일광에 인체의 일부가 약 30분간 노출되는 것만으로도 충분하다고 보고되어 있다(WHO, 1979). 우리나라에서는 결핵치료를 위한 요양소 등에 있어서 유리창을 통한 일광욕이 행해지고 있다. 그러나 유리창을 통한 태양광은 315(320)nm 이하의 파장은 차단되므로 실내에서는 UVA가 주체가 된다.

비타민 D형성에 관여하는 자외선의 파장은 280~320 nm 근처이다. 유리창을 통한 일광욕에서는 비타민 D형성의 효과는 부족하다. 이 때문에 극지지방에서는 실내에서의 일광욕에 의한 비타민 D형성을 위해 특별한 소재로 된 유리의 사용을 권장하고 있다.

6.2. 자외선의 노출한계

태양광선에 의한 자외선 노출량에 대한 기준, 표준은 없다. 인공적인 자외선의 노출기준(한계)에 대해서는 노동현장에서의 자외선에 대한 NIOSH(National Institute of Occupational Safety and Health)의 허용기준(TLV: Threshold Limit Value)이 있고, 200~400 nm 파장영역의 자외선의 허용기준을 권고하고 있다(NIOSH, 1975).

이 허용기준은 반복노출을 하여도 악영향(피부의 흥반, 각막염)을 받지 않는 조건을 나타내고 있다. 눈 또는 피부에 대한 이러한 기준은 인공적인 자외선(아크, 가스, 증기방전, 백열복사원)의 자외선 복사에 적용되는 것으로서 태양광선, 레이저에 대해서는 적용되지 않는다.

또 NIOSH는 자외선의 노출시간이 조절되어 있는 직장에서는 아래와 같은 권고를 한다.

(1) UVA(320~400 nm)에서는 보호되어 있지 않은 피부, 눈에 대한 전광(全光)·휘도는 10³초 (약 16분)이상의 기간 10 w/m²를 넘어서는 안된다. 또 10³초 보다 짧은 노출의 경우는 10,000 J/m²를 넘어서는 안 된다.

(2) UVB와 UVC(200~315 nm)에서는 보호되어 있지 않은 피부, 눈에 대한 복사노출은 8시간 이내로서, 파장마다 허용노출량이나 자외선 강도별의 허용노출시간이 정해져 있다.

7. 의복에 있어서의 자외선 차단

최근 일반인들은 자외선의 유해성을 인식하기 시작하면서부

Table 2. 자외선 차단 소재와 가공약제(일본)

회사명	브랜드명	가공방법	가공약제	특징
가네보	나뉴.브이	흡진, 코팅	UV흡수제	흡수타입
구라보	밀와르	흡진, 코팅	방향족화합물	흡수타입
시키보	리카가드	흡진	방향족다가알코올	흡수타입
도요보	쥘미네스-UV	흡진	방향족화합물+세라믹	흡수, 반사타입
넷세이보	선셀라	흡진	방향족화합물+산화금속	흡수, 반사타입
넛도보	단사인	흡진	방향족화합물	흡수타입
후지보	레이필타드	흡진	무기계금속	반사타입
유니티카	선그란	흡진, 코팅	특수고분자물질	흡수타입
다이와보	렌찌	흡진, 코팅	방향족화합물	흡수타입

터, 자외선의 인체에 대한 악영향을 방지하는 각종 섬유제품에 관심을 가지기 시작하여, 자외선 차단 섬유가 속속 개발되었고 이를 이용한 양산, 양말, 모자, 스포츠웨어, 블라우스 등이 시판되고 있다.

섬유의 자외선 차단가공에는 천연섬유와 합성섬유, 적용용도, 직물조직 등의 폭넓은 변화에 적합하게 대응하기 위하여 자외선 흡수제를 활용하는 후가공법이 널리 적용되는 경향이 있다.

섬유가공에서 요구되는 자외선 흡수제의 주요한 조건은 ① 안전성, 특히 피부장해에 대한 안전성이 높을 것, ② 자외선의 흡수파장 범위가 클 것, ③ 자외선 흡수효과가 클 것, ④ 열·광·화학적 안정성이 있을 것, ⑤ 광촉매 작용이 없을 것, ⑥ 자외선 가공제가 의복에 의해 착색되지 않을 것, ⑦ 소재의 견뢰도, 백도·강도 등의 물성, 촉감에 영향이 없을 것, ⑧ 용해성, 유화성과 용액의 안정성이 좋을 것, ⑨ 내세탁성 등을 고려해야 할 것 등이며 이들을 충분히 검토한 다음 흡수제를 선정하고 용도, 소재, 상품특성 등에 따라서 이들을 복합적으로 사용하여야 한다.

자외선 차단가공제로는 반사형과 흡수형이 있으며, 가공법으로는 원사에 혼입하는 방법과 후처리 가공에 의한 방법으로 나눌 수 있는데 여러가지 섬유제조상의 문제점 등을 고려하면 후처리 가공이 점차 선호될 조짐을 보이고 있다.

자외선 흡수제는 그 자체가 자외선 에너지를 흡수해서 열 또는 장파장 형태의 저 에너지로 전환시켜 자외선의 작용을 소멸시키는 것으로 섬유제품에 이용할 때에는 그 효과와 함께 피부에 대한 안정성이 충분히 고려되어야 한다.

한편 자외선 산란제는 자외선을 산란시켜 투과 자외선량을 감소시키는 물질인데, 주로 초미립자 형태의 무기 안료로서 이산화티타늄 등이 대표적이다. 이 물질들의 높은 빛 굴절률을 이용한 자외선 산란효과를 이용하여 피부에 자외선이 침입하는 것을 방지한다.

자외선차단 의류로서는 모자, 양산, 등 레저용품, 블라우스, 외의 등 숙녀복, 유아복, 신사복, 스포츠웨어, 양말, 스타킹, 장갑, 텐트, 커튼, 자동차 시트커버 등에 이르기까지 다양하게 용도가 확대되고 있는 실정이다.

국내의 자외선 차단소재의 개발영역에 대한 확대는 가공약

제의 연구에 취약성이 있는 관계로 극히 국한되어 있다고 볼 수 있다. 따라서 광범위한 용도전개, 획기적인 상품소재의 개발에 대한 선두주자가 될려면 고성능 가공제의 개발을 위한 기초 분야에 적극적인 연구축진이 이루어져야 할 것이다.

1999년 일본 구라레사의 「에스모」라는 자외선 섬유소재가 개발되어 1992년 봄 시장에 등장하기 시작하면서 각 회사들의 독특한 상품들이 봄을 이루게 되었고, 동시에 우리나라에서도 이러한 봄이 조성되었는데 이것은 인간이 건강과 쾌적 등을 선호하는 한 장기간 동안 지속될 것으로 예상된다.

8. 맺는 말

자외선은 비타민 D 생성에 의한 구루병의 예방효과, 자외선의 살균작용 등의 이유에서 자외선의 유효성이 널리 인식되어 있으며, 일광욕이 권장되고 있다. 그러나 최근에 와서는 자외선의 해도 인식되어 일광욕의 유해성도 지적되고 있다. 자외선에 대한 감수성이 높은 구미인들에게는 그 관심도 한층 더 높아지고 있다.

미국 의사회의 전문위원회의 보고서에서는 「일광욕은 피부의 발암을 포함한 여러가지 장해를 일으킨다. 의학적인 유효성은 전혀 없다」라고 경고하고 있으며(Council on Scientific Affairs, 1989), EH 영국의 보건교육담당국(Health Education Authority)도 유럽 암계획 캠페인 “Are you Dying to get a suntan?”을 실시하여 자외선에 대한 주의를 환기시키고 있다(Cammeron and McGuire, 1990).

한국인, 일본인은 구미인 정도로 자외선에 대한 감수성이 높지는 않으나 자외선의 피해를 최소로 하기 위해 자외선 노출을 피하도록 제창하고 있다. 그러나 보건교육을 담당하고 있는 보건소 등에서는 일광욕 등에 대해서 일반인에 대한 지도, 조언에는 혼란도 보인다(丹野, 1991).

일광욕에 따른 심리적인 좋은 영향과 자외선 노출의 악영향과는 구별하지 않으면 안된다. 일광욕의 심리적 영향은 한가로운 상태, 깨끗한 공기에 신체를 노출하는 등 자외선 노출과는 다른 것에서 얻어지고 있다.

참고문헌

- 井川正治・本場本弘治・高橋弘彦・新井清一 (1991) 室外スポーツにおける紫外線被曝量について. *Proceedings of International Conference of Human-Environment System*, Tokyo, Japan, 465-468.
- 前田 博 (1985) “總合衛生公衆衛生學 改訂 第2版”, 東京, pp. 1151-1153.
- 關邦博・阪本和義・山崎昌廣 (1990) “人間の許容限界ハンドブック”. 朝倉書店, 東京, pp. 499-506.
- 佐藤吉昭 (1989) ひやけとその対策. *日小皮會誌*, 8(1), 11-17.
- 丹野嵯喜子 (1991) 日光浴は良い悪い?. *公衆衛生*, 55(8), 519.
- 瀧澤行雄 (1983) 成層圏 オゾン量の減少に伴う皮膚がんの増加. *科學*, 55, 717.
- 安本 正 (1985) “産業醫學”. 條原出版, 東京, pp. 573-578.
- Cammeron, I.H. and McGuire, C. (1990) Are you Dying to get a suntan? -the pre-and post-campaign survey results. *Health Education J.*, 49(4), 166-170.
- Council on Scientific Affairs (1989) Harmful effects of ultraviolet radiation. *JAMA*, 262(3), 380-384.
- Chaiioner, A.V.J., Corless, D., Davis, A., Deane, G.H.W., Diffey, B.L., Gupta, S.P. and Magnus, I.A. (1976) Personal monitoring of exposure to ultraviolet radiation. *Clin. Exp. Dermat.*, 1, 175-179.
- Davis, A., Deane, G.H.W., Gordon, D., Howell, G.V. and Iedbury, K.L. (1976) A world-wide program for the continuous monitoring of solar UV radiation using pol (Phylene Oxide) film and a consideration of results. *Appl. Polymer Sci.*, 20, 1165-1174.
- Gordon, D. and Silverstone, H. (1976) Worldwide epidemiology of premalignant and malignant cutaneous lesions. In “Cancer of the Skin”, W.B. Saunders Co., pp. 405-434.
- Kato, M., Nagata, H., Takanabe, H., and Akagi, T. (1991). Comfortable clothing with the properties of ultraviolet rays absorbency and liquid moisture transport. *Proceedings of 2nd International Symposium on Clothing Comfort Studies*, 203-225.
- Leach, J.F., McLeod, V.e., Pingstone, A.R., Davis, A., and Deane, G.H. (1978) Measurement of the ultraviolet doses received by office workers. *Clin. Exp. Dermat.*, 3, 77-79.
- Miyaji, T. (1976) Skin cancer in Japan. A nationwide 5year survey 1956-1960. Giese, A.C. eds., “Living with our Sun's Ultraviolet Rays.” Plenum Press, pp. 55-70.
- NIOSH (1975) ultraviolet transfer standard detectors and evaluation and calibration of NIOSH UV hazard monitor, NIOSH (NIOSH 75-131).
- Pitts, D.G., and Cullen, A.p. (1997) Ocular ultraviolet effects from 300 nm to 400 nm. A preliminary report. NIOSH (NIOSH Contact CDC-99-74-12).
- WHO (1979) Environmental Health Criteria 14, Ultraviolet Radiation, WHO, Geneva, 1-110.



Tadakatsu Onaka(大中忠勝)

규슈예술공과대학 졸업
쇼와대학 의학부 위생학교실 조수, 강사,
의학박사
국립공중위생원 생리위생학부 주임연구관
현재 : 후쿠오카여자대학 생활환경학과 교수
전공 : 온열생리위생학, 고령자와 온열환경

Tel: +81-92-661-2411, Fax:+81-92-661-2415

E-mail: ohnaka@fwu.ac.jp