

자연치 구조와 색에 관한 기초 지식

- 01 자연치의 구조에서 나타나는 색 2
- 02 과학적인 색상, 채도, 명도의 고찰 12

01

자연치의 구조에서 나타나는 색

Full zirconia crown으로도 포세린을 build up한 PFZ와 동등한 심미성을 표현할 수 있게 되었다. 기본적인 착색 작업 자체는 단순하지만 시술자의 지식과 경험이 보철물의 결과로 직결되는 부분도 있다. 재료(지르코니아, 침투 coloring liquid)의 특징을 얼마나 잘 이해하고 어떤 식으로 자연치의 색을 표현해 나갈 것인지 그 이론을 제대로 응용하는 것이 완성도를 좌우하는 중요한 포인트라고 생각한다. 전체가 되는 것은 자연치 구조에 대한 지식과 색상, 채도, 명도를 이해하는 것이다. 치과기공사의 일은 인접한 자연치색을 모방한 보철물이 심미적·기능적으로 구강 내에서 잘 조화가 되도록 제작하는 것이다. 물론 본래의 치

아와는 다른 재료를 제한된 공간 내에서 자연치의 색과 비슷하게 맞추는 작업이 매우 어렵다는 것은 이미 모두가 이해하는 일일 것이다. 하지만 만약 사용하는 재료가 변한다고 해도 최종 목표가 자연치인 것에는 변함이 없다. 그렇다면 항상 모방해야 할 자연치를 잘 관찰하여 그 특징을 보철물에 반영시키는 것이 매우 중요하다고 생각한다. 본서에서는 인접 치아에 맞춘 색 재현, 특히 전치부 소수치 결손 보철에서도 대응할 수 있는 심미적 full zirconia의 제작 방법을 설명하고자 한다. 그전에 우선 목표로 하는 자연치의 어떤 특징을 관찰해야 할지, 필자가 임상에서 full zirconia 제작 시 고려하는 특징을 중심으로 설명한다.

구조와 색

일상에서 shade taking을 하는 경우 보통 그 자리에서 보이는 표면에 나타난 색만 주의깊게 볼 것이다. 그러나 자연치는 덴틴과 에나멜에 의한 이중 구조를 가지고 있어 물리적, 광학적인 특성이 다른 두 성분이 겹쳐짐으로써 그 색을 만들어 낸다. 그렇기 때문에 치아에 가해지는 빛의 조건이 다르면 각각에서 만들어 내는 색에도 변화가 생기고 전체의 색도 크게 달라진다(그림 1~3). 이것을 고려하지 않고 표면에 나타나는 색만을 참고하여 보철물을 제작하게 된다면 가령 목표로 한 색과 잘 맞아 보이는 보철물도 광원의 종류와 주변 환

경에 따라 보철물의 색이 다르게 보일 수 있다. 물론 목표 VITA shade와 딱 맞는 색으로, shade 탭과 동일하게 색을 맞추어도 구강내에서 매칭되는 경우도 있지만, 많은 종류에 다양한 치아가 존재하는 임상에서는 대응할 수 없는 증례도 종종 있다. 따라서 shade taking을 실시할 때는 덴틴과 에나멜을 나누어 색을 채득하고, 각각 어떠한 특징들이 있으며, 서로가 어떤 식으로 영향을 주고받아 치아의 색을 만들어 내는지를 생각해 보아야 한다.



그림 1~3. 자연치는 덴틴과 에나멜의 이중 구조로 구성되어 있다. 그 빛의 빛 투과성, 반사율, 굴절률은 서로 달라, 치아 표면의 색은 환경에 따라 내부의 덴틴이 표면에 나타나 변화되거나, 에나멜의 오팔 효과와 표면의 white spot이 그 색 및 명도를 변화시키기도 한다. 절단면에서는 덴틴과 에나멜의 형태에 따라 그 색이 크게 좌우된다. [사진 제공: Ztm, Okawa Tomonari (大川友成)]

1. 덴틴의 구조와 색

a) 덴틴의 구조

자연치의 치관부는 보통 덴틴과 에나멜로 구성되어 있다. 절단면에서 치경부에 걸쳐서는 에나멜 두께가 점차 감소하고, 그것과 반비례하듯이 치경부에서 절단면으로 갈수록 덴틴 형태가 가늘어진다. 바꿔 말하면, 치경부에 가까울수록 덴틴에 의한 광학적 특성이 나타나기 쉽다. 이로 인해 치관 중앙부에서 치경부까지는 투명도가 감소하므로 덴틴에서 빛의 반사가 증가하여 명도와 채도가 높아진다는 치아의 일반적인 특성이 나타난다. 치아의 색과 밝기는 주로 덴틴에 영향을 받는다고 말해도 무방하다. 덴틴의 절단부는 mamelon(손가락 모양 구조)이라고 하는 산 모양의 뾰족한 형태가 형성되면서 절단면을 향하여 서서히 얇아지는데, 그 끝이 절단면에 닿지 않고 끝나 버린다. 마모가 적은 젊은 치아는 절단면과 양쪽 접촉면에 덴틴은 없고 오직 에나멜로만 구성된다.

b) 덴틴의 색

에나멜에 비교하여 덴틴은 불투명하고 명도, 채도가 모두 높다. 그리고 '덴틴은 밝고 채도가 높다'라는 선입견이 있으나 실제로는 일정하지 않다. 채도가 낮고 밝은 경우나 불투명도가 낮고 명도가 낮은 경우 등 덴틴의 색은 다양하며 그것이 치아 전체 색에 영향을 미친다.

2. 에나멜의 구조와 색

a) 에나멜의 구조

치관 전체를 차지하고 있는 에나멜은 투명도가 높은 물질이다. 그러므로 기본적으로는 빛이 투과해서 명도나 채도를 감소시키는 역할을 하지만, 한편으로는 표면 상태에 따라 명도에 영향을 주기도 한다. 에나멜 표면에는 주파조라는 물결 모양의 요철이 근원심 방향으로 뻗어 있다. 이것으로 인해 광원이 강한 곳에서는 표면에서의 난반사가 커져 내부로부터 나오는 색의 영향력은 줄어든다. 시간이 지날수록 칫솔질이나 식사 등으로 마모가 일어나 치아 표면이 부드러워져 광택이 나면, 빛의 난반사가 점차 줄어들어 투명감이 강해진다. 또한 에나멜은 에나멜 소주(enamel rod)라고 하는 가느다란 파이프 모양의 물질로 구성되어 있기 때문에 내부에 들어오는 빛을 더욱 난반사시키는 특징을 가진다고 생각한다. 이 에나멜 소주는 에나멜 표면에 구멍이 나 있는데, 보통 페리클이라고 불리는 타액에서 유래된 유기 피막으로 덮여 있다. 이 페리클이 제거된 상태나 에나멜 표면이 건조해지면 치아는 투명감을 잃고 명도가 높아진다. Shade taking 시 건조를 피하는 것은 이러한 현상을 없애고 치아색을 적절히 채득하기 위해서이다.

b) 에나멜의 색

(1) 빛의 산란

에나멜은 투명감을 가지고 있지만, 대부분 약간의 유백색을 띤다. 이는 앞서 말한 에나멜 소주와 내부에 존재하는 물질의 빛 굴절로 에나멜 내부에 들어온 빛이 산란하기 때문이다. 특히 더욱 강한 빛을 비추면 이 산란의 영향이 더 크게 나타나, 덴틴의 반사광과 합쳐져 치아 전체의 명도를 높이는 데 기여한다. 그 정도의 차이는 치아에 따라 커서, 유백색이 강하고 명도가 높은 치아가 있는 반면 산란이 약하여 푸른빛이 돌면서 강한 투명감을 나타내는 치아도 있다. 이러한 에나멜 자체의 색은 특히 덴틴의 채도가 약한 경우 치관색으로 강하게 나타나기 쉽다. 에나멜은 덴틴과 비교해 색에 기여하는 부분은 적지만, 절대로 무색투명한 물질은 아니다. 다소 차이는 있겠지만 치관색에 영향을 미치고 있음을 인지하는 것이 중요하다.

(2) 오판 효과

유백색을 만드는 미세한 내부 물질의 크기와 빛의 파장과의 상호 관계로 인하여 에나멜 내부에서는 레일리 산란(Rayleigh scattering)이라는 현상이 일어난다. 이것은 푸른 하늘이나 붉은 노을이 나타나는 것과 같은 현상으로 반사광에서는 푸른색, 투과광에서는 오렌지색을 나타내는 '오판 효과(opal effect)'라고 하는 에나멜의 특성을 만들어 낸다. 이것이 치아 전체의 색과 구조가 보이는 방식에 영향을 끼친다. 예를 들어, 절단면에서는 덴틴으로 이루어진 mamelon과 절단면 에나멜의 빛 투과성, 빛의 반사율, 굴절률의 차이로 인해 손가락 모양의 구조라고 불리는 덴틴의 요철이 선명하게 관찰되는 경우가 있다. 이것은 ① 에나멜에서는 반사광이 푸른빛을 띠고 있어 명도가 떨어지며(오판 효과), ② mamelon은 그 불투명성

으로 입사광을 더욱 반사시켜 밝게 보인다고 하는 콘트라스트의 발생으로 일어나는 것이다. 게다가 에나멜이 두껍고 그 심층부에 덴틴이 없는 순면 근원심 변연용선부 등도 오판 효과로 인해서 푸른빛을 띠며 명도가 낮게 보이는 외관이 된다.

(3) 교모·마모에 의한 색 변화

절단면은 환자의 교합 양식에 따라 마모도가 좌우된다고 하지만 보통은 시간이 지나면서 마모가 일어난다. 이로 인해 절단면은 짧아지고 덴틴이 노출되어, 에나멜과의 경계부에서 착색되거나 2차 덴틴의 형성에 의해 착색되기도 한다. 고령층의 치아에서는 이 현상으로 절단면 가운데의 채도가 올라가 오렌지색을 띠는 색이 많이 관찰된다. 마모 각도와 전치부의 경사에 따라서는 얇아진 순면부 에나멜이 부분적으로 진파랑이나 회색의 투명성을 띤다. 더욱더 마모가 심해지면 절단면의 경사가 빛의 난반사를 일으켜 백색화된 후광 효과를 가진 절연(incisal halo)이 형성되기도 한다. 그때는 절단면에 착색된 불투명한 덴틴과 절단면의 얇은 에나멜이 콘트라스트를 일으켜 한층 더 강한 투명감을 만들어 낸다.

(4) 반사율을 바꾸는 요인들

에나멜의 표면에는 white line, white spot, white band 등 불투명도가 높은 색이 존재하기도 한다. 이것들은 치아 표면에서 빛의 반사를 증가시킬 뿐만 아니라 덴틴에서 오는 반사광을 밝게 해 준다. 또한 크랙 라인의 존재나 앞에서 설명한 표면의 성질과 상태도 빛의 반사율에 영향을 미치기 때문에 그 부분을 밝게 한다. 따라서 이러한 특징들이 보이는 치아는 전체적으로 명도가 높아진다.

치아 구조가 색에 주는 영향

자연치는 에나멜과 덴틴의 이중 구조로 되어 있기 때문에 그 색의 조합에 따라 치아의 색이 만들어진다. 치아를 비추는 빛의 조건에 따라 같은 치아에서도 몇 가지 다른 색이 보인다.

그림 4~9는 두 종류의 치아를 광량을 바꾸어 촬영한 사진이다.

I. 빛의 양이 적은 경우

치아를 비추는 빛의 양이 적은 경우에는 에나멜 표면의 반사광과 내부의 산란광도 부족하여 에나멜이 갖는 투명감이 잘 나타난다. 이로 인해 주로 내부 덴틴의 반사광은 에나멜을 통해 관찰할 수

그림 4, 5. 치아를 비추는 빛이 약한 상황에서는 에나멜 표면과 내부의 산란광이 감소하여 에나멜은 투명감이 증가한다. 에나멜을 통과한 빛은 덴틴에서 산란·반사되어 에나멜을 통해 표면에 그 색이 나타난다. 그때에 에나멜의 투명도가 색에 영향을 주어 D계열이나 C계열의 색이 보이는 경우도 있지만, 실제 내부의 덴틴 색은 A계열과 B계열인 경우도 많다.

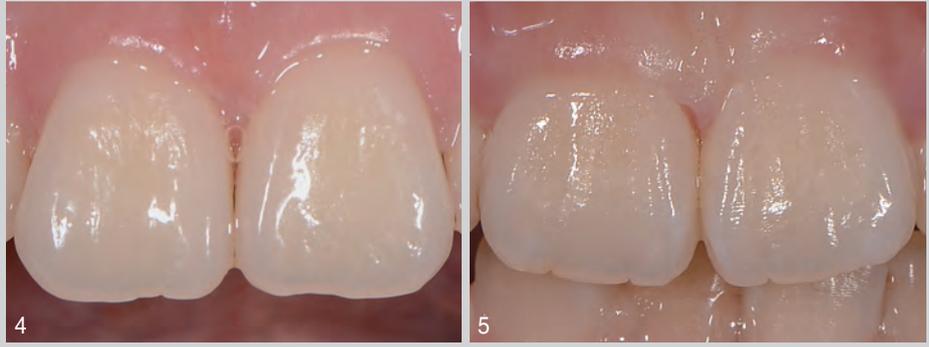


그림 6, 7. 에나멜을 비추는 빛이 어느 정도 강해지면 에나멜 표면과 내부에서의 산란이 강해져 에나멜 자체의 색이 뚜렷하게 나타난다. 전체적으로 명도가 높아져 덴틴색이 치아 표면에 나타나는 영향은 감소하는 경향에 있다.



그림 8, 9. 에나멜을 비추는 광량이 더욱더 늘어남으로써 에나멜 표면과 내부에서 산란 반사가 증가하여 전체적으로 하얗게 보인다. 그러나 빛의 양이 많아짐에 따라 내부 덴틴에서의 반사광도 증가하여 표면의 색에 영향을 미친다.

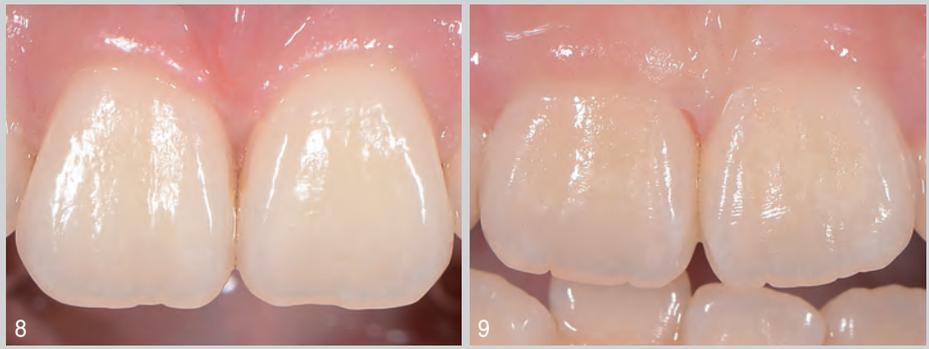


그림 4~9. 동일한 치열을 플래시의 광량을 3단계로 나누어 촬영한 사진. 치아를 비추는 광량의 차이로 인하여 덴틴의 색이 뚜렷하게 나타나거나 반대로 에나멜색이 뚜렷하게 보이기도 한다. 이 사실은 실내·외에 상관없이 그 광원의 광량에 따라 치아는 항상 색을 변화시키고 있음을 의미한다. 따라서 덴틴과 에나멜의 색 그리고 에나멜 표면의 색을 잘 관찰하여 그것들이 어떻게 서로 영향을 미치고 있는지를 생각할 필요가 있다.

있다(그림 4, 5).

단, 이 색은 에나멜을 통해 본 덴틴의 색이라는 것에 주의해야 한다. D계열 또는 C계열의 색으로 보였다고 하더라도 거기에는 투과광에 의한 오판 효과가 있어 푸른빛을 띤 에나멜의 영향이 존재하기 때문에 실제 내부 덴틴은 A계열이나 B계열의 색인 경우가 많다. 따라서 그러한 영향을 고려한 후 덴틴의 색을 채득할 필요가 있다.

2. 빛의 양이 중간 정도일 경우

에나멜을 비추는 빛이 어느 정도 강해지면 에나멜 표면과 내부에서의 산란이 강해진다. 따라서 에나멜 자신이 가진 색이 뚜렷하게 나타나게 된다.

전체적으로 치아의 명도는 높아지고 덴틴이 치아 표면에 미치는 상대적인 색 영향은 감소하는 경향이 있다(그림 6, 7).

3. 빛의 양이 많을 경우

에나멜을 비추는 빛이 더욱더 늘어나면 에나멜 표면과 내부에서 산란된 빛의 반사량이 증가하여 전체적으로 흰색을 띠게 된다. 또한 내부 덴틴의 반사광도 증가하기 때문에 명도가 높아져 빛의 양이 적을 때와는 또 다른 모습을 보여 준다(그림 8, 9).

광원의 차이가 치아색에 주는 영향

보철물 제작에서 치과기공사가 보는 shade taking된 사진의 색은 기본적으로 카메라의 스트로보 라이트 광원 하의 색이다. 그러나 실제 진료 환경에서는 자연치에 적합한 shade 탭을 선택할 때 태양광이나 실내 형광등을 비롯한 다양한 광원에 영향을 받게 된다. 구강내 세팅 후 'shade가 맞지 않는다'라는 말을 듣지 않기 위해서는 이러한 광원에 따른 차이가 색 분석과 재현에서 중요한 요소가 된다는 것을 이해해야 한다. 빛은 다양한 색(가시광선)을 포함하고 있는데, 프리즘에 빛을 통과시키면 무지개색으로 나타나는 현상을 통해서도 확인할 수 있는 사실이다. 이러한 빛은 파장의 길이에 따라 각각의 색을 가지며 파장이 짧을수록 보라색으로, 길수록 붉게 보인다(그림 10). 빛이 흰색으로 보이는 것은 빨강, 파랑, 초록의 빛의 삼원색에 의한 가산혼합이기 때문이다.

이 빛의 색은 광원이 어느 파장의 전자파를 강하게 내고 있는지에 따라 달라지며, 이것이 물체가 색을 나타내는 방식에도 영향을 미친다. 실내에서는 형광등이 광원으로 자주 사용되고 있는데, 이 형광등도 빛의 3원색인 빨강, 노랑, 초록의 배분을 바꾸어 색을 조정하고 있다[대개는 단위 K(켈빈)로 표기된다]. 예를 들어, 주백색광이라고 일컬어지는 형광등은 초록의 파장이 파랑이나 빨강보다도 강하게 설정되어, 이것이 '치아가 초록색으로 보이는' 요인 중 하나라고 생각할 수 있다. 태양광의 경우 낮 동안과 저녁 무렵의 빛의 색과 세기가 완전히 다르며, 특히 빛이 잘 들어오는 커다란 창문이 있는 치과 의원 등에서는 날씨가 시간대에 따른 영향이 커질 것이다(그림 11)(예로부터 shade taking은 오전 11시경 북쪽 창문 아래에서 실시하는 것이 좋다고 전해지는 것은 이런 점

을 고려한 것이다).

또한 빛의 양도 중요한 요소로 일반적으로 태양광보다는 실내 형광등이 광원으로서의 약하다. 빛의 양이 적으면 덴틴이나 에나멜 내에서 산란 반사가 줄어 빛 투과성이 더해져 보이기 때문에 특히나 투명감이 강한 어두운 에나멜의 경우에는 설령 덴틴이 A계열색이라도 결과적으로 덴틴으로부터의 반사광을 C계열이나 D계열로 보이게 하는 경향이 있다(그림 12~14). 반대로 shade 사진 촬영 시 스트로보 라이트를 강하게 발광시키면 빛의 양이 늘어나 에나멜도 덴틴도 밝은색으로 찍힌다. 이런 점을 고려하지 않고 shade 탭을 선택하여 shade taking을 실시하면 제작된 보철물의 색상이 맞지 않는 경우가 생긴다(물론 shade 탭의 놓은 위치나 빛을 비추는 방향도 고려된다).

이들 광원의 차이에 의하여 자연치의 에나멜이 보이는 상태, 덴틴의 색이 영향을 주는 정도가 달라진다. 따라서 심미적인 보철물을 만들고자 한다면 보철물에도 그에 상응하는 구조와 색을 부여해야 한다. 당연히 재료가 다르기 때문에 완전하게 일치시키는 것은 어렵겠지만 최근에 나오는 재료들은 자연치의 특징에 맞도록 만들어져 나오므로 완벽한 카피가 불가능하다고는 할 수 없다. 완전한 일치를 위해 우선 적절한 광원이 설치된 환경 내에서 shade 탭을 선택하도록 의식하고, 항상 안정된 스트로보 플래시로 찍은 사진을 관찰하며, 육안으로 보았을 때와 사진으로 보았을 때 그리고 크라운을 제작할 때의 광원 차이를 고려하여 만들고자 하는 치아의 색을 끌어내야 한다. 필자는 에나멜과 덴틴 각각의 특징을 얼마나 잘 파악하여 재현하는지가 full zirconia 보철물의 퀄리티를 높이는 열쇠라고 생각한다.

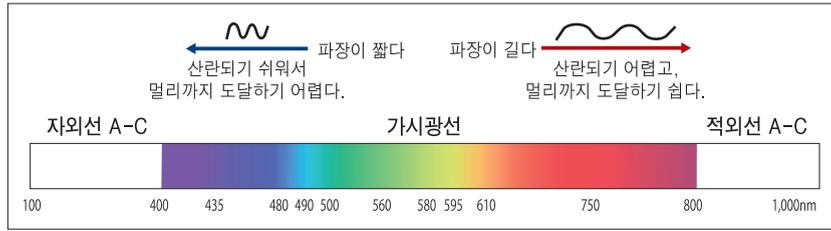


그림 10. 가시광선은 빛의 삼원색인 빨강·파랑·초록을 포함한 여러 가지 색이 전자파로서 포함되어 있다. 각각의 색은 독자적인 파장을 가지고 있는데, 보라색은 가장 파장이 짧고 산란되기 쉬우며, 붉은색 쪽으로 색이 변할수록 파장이 길고 산란되기 어렵다. 이것은 레일리 산란에 의한 에나멜의 독특한 특징인 오팔 효과와 관계가 있다.

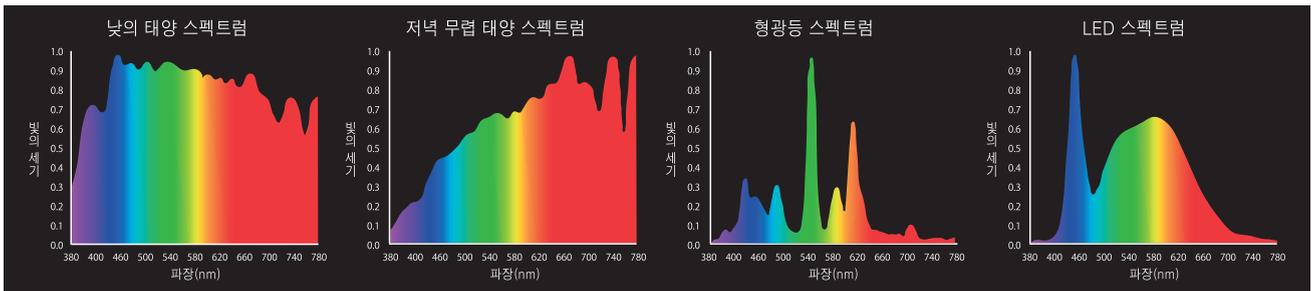


그림 11. 광원에 따른 파장의 차이. 같은 태양광이라도 낮과 저녁 무렵에는 포함된 색의 세기가 다르다. 낮에는 약간 푸른색이 강하며 저녁 무렵에는 붉은색이 강해진다. 또한 일반적으로 치과나 기공소 등에서 사용되는 실내등은 주로 형광등이라고 생각되지만, 요즘에는 LED도 일반화되었다. 실내를 비추는 이러한 빛들도 각각 독자적인 색의 비율을 가지고 있으며 초록색이 강한 형광등 아래에서는 초록색을 띠는 치아로, LED 아래에서는 푸르스름한 치아로 보인다. 이런 것들이 shade taking을 할 때에 크게 영향을 끼친다는 것을 잊어서는 안 된다.

그림 12. 기본적인 치아의 색과 밝기는 덴틴에서 반사된 빛이 만들어 낸다. 그러나 덴틴 위에 존재하는 반투명한 에나멜이 덴틴의 색에 필터를 씌운 듯한 작용을 하여 치아색에 큰 영향을 준다. White spot 등이 없는 에나멜의 경우 빛의 양이 적으면 내부 산란이 적어져서 투명감이 증가하여 내부의 덴틴색이 더욱 강하게 나타난다. 빛의 양이 증가하면 에나멜 내부의 산란이 증가하여 점차 희게 변하고 흰색 필터 효과가 나타나게 되어 덴틴색이 치아 전체에 미치는 영향은 약해진다. 이런 이유로 빛의 양이 부족하다고 하여 손전등 같은 것을 직접 비추게 되면 내부의 덴틴색이 영향을 덜 받게 되어 실제와 다른 색으로 보이게 된다. 반대로 광원이 너무 약하면 우윳빛도 나지 않고 투명도가 강한 에나멜에서는 푸른색과 회색 계열의 필터 효과가 나타나 덴틴의 색을 실제 색보다 더 어두운 C계열과 D계열로 착각할 수 있게 한다. 따라서 shade taking 시에는 너무 강하거나 너무 약하지도 않은 적절한 광원을 사용하여 촬영하는 것이 유의할 필요가 있다.

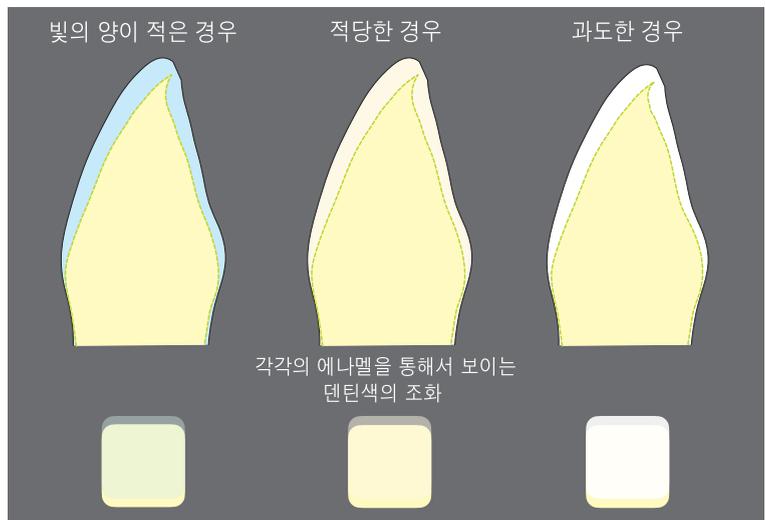


그림 13, 14. 치과에서 찍은 shade taking 사진과 그 보정 예. 이 치과 의원의 진료실에는 창문으로 빛이 잘 들어오지 않고 광원으로는 형광등이 사용되고 있어 빛의 양이 충분하지 않았다. **그림 13**에서 알 수 있듯이 A4의 shade 탭이 초록색에 가까워 C계열의 색으로 결정되었다. 이러한 환경에 있는 치과로부터 'C계열' 보철 제작 의뢰를 받아서 그대로 만든 경우 shade taking을 한 환경과 보철물을 장착하는 환경이 같으면 문제가 나타나지 않지만, 보철물 장착 후 다른 광원이 있는 환경에서 보철물이 어둡게 보이는 상황이 되면 클레임이 발생할 우려가 있다. 이러한 촬영 환경과 제작 환경, 사용 환경의 광원을 고려하는 것이 shade 매치에서 중요하다. 요즘에는 컴퓨터로 사진 보정(**그림 14**) (이 샘플은 레드 시프트시커 초록색의 영향을 줄였다)도 간단하게 가능하기 때문에 이러한 환경 요인을 객관적으로 연구하기 쉬운 것이다.



에나멜과 덴틴의 shade taking

1. 에나멜의 색 채득

에나멜색을 알려면 에나멜로만 이루어진 부분을 관찰한다. 예를 들어, 마모가 적은 치아라면 그 절단면은 에나멜만의 색이라고 판단할 수 있다. 마모가 있어도 근원심 접촉면은 구조적으로 봤을 때 덴틴이 내부에 없기 때문에 에나멜만의 색을 관찰할 수 있다. 또한 치아 표면을 비스듬하게 옆에서 보는 것만으로도 표면층의 에나멜색을 파악할 수 있다.

2. 덴틴의 색 채득

치관부는 전체가 에나멜로 덮여 있기 때문에 100% 덴틴으로만 구성되어 있는 부분은 존재하지 않는다. 단, 치관 중앙부에서 치경부까지는 에나멜이 얇기 때문에 앞에서 관찰한 에나멜색의 영향을 빼고 생각한다면 덴틴의 색을 예측할 수 있다. 따라서 덴틴의 색을 확인하고자 할 때는 치경부 부근이나 lingual fossa, occlusal fossa 등의 비교적 에나멜이 얇은 부분을 관찰하는 것이

좋다. 기본적으로 에나멜을 통해 덴틴을 볼 경우 에나멜의 희끄무레한(whitish) 특징이 덴틴의 채도를 낮추기 때문에 원래 덴틴의 채도는 보이는 채도보다 높다고 여겨도 무방하다. 명도에 관해서도 에나멜은 투명하기 때문에 원래 덴틴의 불투명도는 표면에서 관찰할 수 있는 명도보다 높을 것으로 생각한다. 그러나 에나멜의 채도나 불투명도가 높을 수도 있으니 잘 관찰하고 그 영향을 살펴볼 필요가 있다. 에나멜의 불투명도가 높은 경우 내부 덴틴의 색은 치아 표면에 강한 영향을 주지 않기 때문에 표면에서 채득한 색으로도 충분히 대응할 수 있다고 생각한다.

이와 같이 다소 감각적인 방법이기기는 하지만, 덴틴의 색은 에나멜의 영향을 고려하여 계산할 필요가 있다. 이들 각각에서 얻은 정보를 토대로 그 치아의 색이 어떻게 서로 영향을 주고, 치아 전체의 색을 구성하고 있는지를 생각하는 것이 중요하다. 실제 분석한 예를 그림 15~19에서 설명하려고 한다.



그림 15. 젊은층의 치아. 마모가 거의 없는 젊은 치아라고 해서 항상 하얗고 밝다고 단정할 수는 없다. 표면층의 에나멜에 투명감이 있어 전체의 명도가 낮아 보이는 경우도 있다. 젊은 치아에서도 덴틴의 채도가 높은 경우가 당연히 있다.

그림 16. 중년층의 치아. 절단면의 마모가 진행된 중년층의 치아는 절단면에 덴틴이 노출되어 2차 덴틴이 만들어지고 착색 등이 나타난다. 그런 부분이 불투명한 부분에 의해 발생한 reverse opal effect 등의 영향으로 옐로우색으로 보이게 된다. 또한 시간이 지남에 따라 에나멜의 투명도는 올라가기 때문에 내부까지 닿은 빛에 의해 덴틴의 색은 치아의 표면에 영향을 크게 미친다.

그림 17. 덴틴의 불투명도가 낮은 치아는 내부로 들어간 빛의 반사량이 적어지므로 전체적으로 어두운 색을 띤다. 항상 덴틴의 불투명도가 높다고 단정할 수 없으므로 '덴틴은 명도가 높다'는 선입견에 현혹되지 않도록 해야 한다.

그림 18. 에나멜의 채도가 높은 치아. 치아의 채도가 전부 덴틴에서 나온다고는 할 수 없다. 커피나 차나 와인 등의 착색되기 쉬운 음료나 식사 등을 계속 섭취하여 에나멜 표면에 스테인으로서 남은 경우도 에나멜의 채도를 높이는 요인이 된다.

그림 19. 에나멜이 매우 하얀 치아. 에나멜이 항상 투명도가 높은 것도 아니다. 이러한 치아는 내부 덴틴의 색이 잘 드러나지 않아 표면에 큰 영향을 주지 못한다.

그림 15~19. 덴틴·에나멜의 shade taking 예.

3. Shade taking 시 주의 사항

치아 표면에 직접 강한 빛을 비추게 되면 에나멜의 표면, 내부 및 덴틴의 난반사가 증가하여 빛 번짐 현상(halation effect)이 일어난다. 이로 인해 치아 전체의 명도가 올라가 내부의 덴틴색이 잘 드

러나지 않을 수도 있다. 그러므로 shade taking 시에 강한 빛을 직접 치아에 비추는 것은 바람직하지 않다. 또 앞에서 이야기한 바와 같이 치아의 건조 상태, 명도나 white spot 등과 같은 특징들에 의해 잘못된 색을 채득할 수 있으니 앞 사항들을 충분히 고려하여 shade taking 한다.

자연치와 비교한 full zirconia, PFZ의 광학적 특성

자연치, full zirconia, PFZ의 차이

자연치, PFZ 크라운과 full zirconia 크라운의 큰 차이 중 하나는 투명감을 나타내는 절단면의 푸릇한 색상이 구조적으로 존재하는지, 존재하지 않는지라고 할 수 있다. 앞에서 설명한 바와 같이 자연치의 푸른 투명감은 오팔 효과(프리즘)에 의한 색의 변화 때문으로 실제로 푸른색이 존재하는 것은 아니다. 그러므로 치아를 비추는 빛의 조건에 따라서는 그 푸른색이 보이지 않기도 한다(그림 20, 21).

PFZ에서는 에나멜 파우더를 축성하여 절단면의 투명감을 표현하는데, 푸른색 표현은 포세린의 물성 자체만으로 표현되기에는 부족하다. 그래서 내부에 푸른색 파우더를 이용해 보강하는데, 이

런 경우도 입체적인 구조는 확보되어 있으므로 자연치 가까운 표현이 가능하다. 반면에 full zirconia crown은 푸른색 표현이 재료적 특성상 불가능하기 때문에 컬러링이나 post sinter coloring(external stain) 등으로 그 투명감이 드러나도록 착색을 해야 한다. 이 경우 절단면에 착색된 투명한 느낌의 푸른빛은 실제 색으로서 존재하기 때문에 빛의 환경이 바뀌더라도 그 색이 달라지는 일은 없다. 다시 말해 자연치와 같은 색이 결코 될 수 없다는 것이다(그림 22, 23).

또한 full zirconia crown의 형광성, 오팔 효과와 같은 자연치 특유의 특징 표현은 컬러링이나 external stain, 글레이징 등의 후작업에 의한 것이며, 재료 그 자체가 가지고 있는 특징은 아니다. 그 때문에 복잡하고 섬세한 색, 특히 절단



그림 20, 21. 절단면에 투명감이 있는 자연치의 경우 입을 벌렸을 때 상악 전치 후방에 빛을 반사시키는 요인이 없기 때문에 빛이 투과되어 투명도가 높은 절단면은 명도가 낮아지고 오팔 효과에 의해 반사광은 파랗게 보인다. 한편, 입을 다물면 상악 전치 뒤쪽에 하악 전치가 위치하게 되어 하악 전치에 반사된 빛이 상악 전치의 설측으로부터 들어온다. 이 빛은 투과광이므로 오팔 효과에 의해 연한오렌지색을 띠게 된다. 그 결과로 그림 20에서는 뚜렷하게 보이던 절단면의 푸르스름한 색이 그림 21에서는 확인할 수 없게 되었다. 이것은 광학적 특성이 서로 다른 덴틴과 백악질이 층 구조로 이루어졌기 때문에 나타난 자연치의 특징에 의한 것이다.

그림 22, 23. Full zirconia crown에서는 인접 치아를 모방하여 컬러링과 post-sinter 컬러링으로 절단면의 투명감을 표현한다. 그러나 어디까지나 표면에 푸르스름한 색을 가했을 뿐, 자연치의 오팔 효과와 같이 투명감이 나타나거나 사라지게 하는 표현은 불가능하다. 이것이 full zirconia로 자연치의 색을 표현할 때의 결점이다.

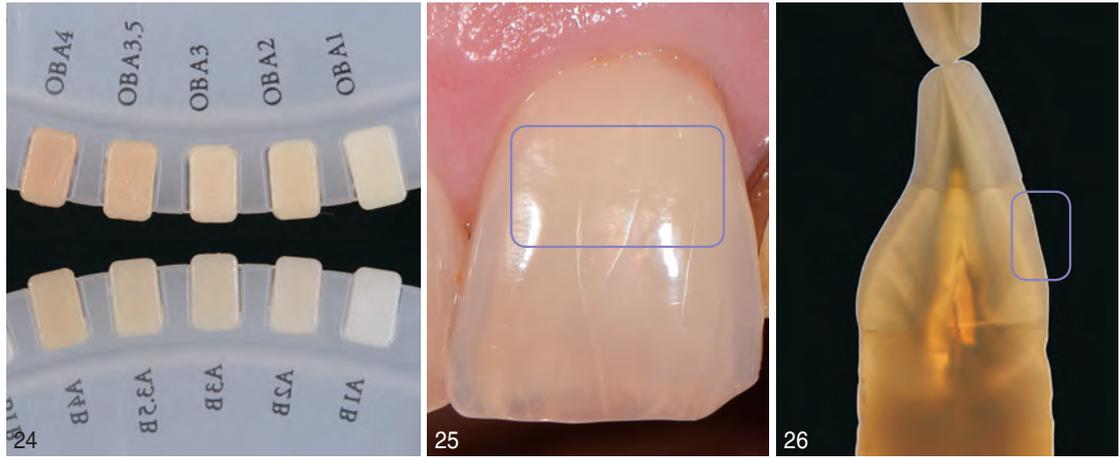


그림 24~26. 포세린 파우더에는 덴틴이라는 ‘자연치 덴틴색의 특징’을 가진 것과 body라고 하는 ‘에나멜을 통해 본 덴틴의 색(사각형 테두리 부분)’을 재현한 두 종류가 있다. 그림 24는 Kuraray Noritake Dental의 포세린 색상 견본이다. 위가 덴틴, 아래가 body에 해당하며, body는 덴틴에 비해 채도가 낮고 빛 투과성이 높게 설계되었다. Body란 치관부 중앙에서 치경부에 걸쳐 덴틴이 에나멜을 투과하여 보이는 색을 나타낸 것이다.

면에서 볼 수 있는 투명감이나 에나멜을 통하여 내부로부터 발광하는 것 같은 입체적인 색 표현은 full zirconia 보철물로는 한계가 있다. 게다가 만약 색 재현이 가능하더라도 거기에는 복잡하고 번잡한 기술과 절차가 필요하고 보는 각도나 환경광에 따라 보이는 색이 달라질 수 있다.

지금까지는 광중합 레진이나 포세린을 축성하는 것으로 그 층 구조를 표현해 왔으나, 최종적인 목표가 자연치와 동일하게 만드는 것인 이상 full zirconia 보철물도 기본적인 발상은 같아질 것이라고 생각한다.

2. 두 종류의 포세린 시스템

포세린에는 크게 두 종류의 시스템이 있는데 하나는 body와 incisal이라는 단색적인 시스템(역주: Noritake powder system으로 이해하면 됨), 다른 하나는 덴틴(dentin)과 에나멜(enamel)이라는 다색적인 시스템이다(그림 24~26).

a) 덴틴-에나멜 시스템

이름 그대로 실제 덴틴과 에나멜의 색 특징을 재현하여 만든 포세린이다. 축성 시에는 자연치의 구조와 형태대로 덴틴을 쌓고 그 위에 에나멜을 올린다. 이로써 앞에서 설명한 자연치의 덴틴과 에나멜의 이중 구조를 재현하여 빛의 영향에

따른 치아색의 변화도 표현 가능하게 된다. 그러나 축성 시 포세린의 소성 수축을 고려하지 않으면 덴틴이 표면에 나타나서 불투명해지거나 에나멜이 너무 두꺼워져서 채도와 명도가 떨어질 수 있다. 그래서 기술적으로 다루기가 어렵다.

b) Body-Incisal 시스템

Body란 ‘에나멜을 통해 본 덴틴의 색’을 갖도록 설계된 포세린으로, 덴틴보다 투명하고 채도가 낮다. Body-Incisal 시스템은 body를 크라운의 중앙부에서 치경부로 직접 축성하고 채도가 낮고 투명감이 강한 절단면의 1/3 정도에 incisal을 축성하면 비교적 쉽게 VITA shade의 색을 표현할 수 있도록 만들어졌다. 따라서 작업도 그다지 복잡하지 않고 작업적으로나 기술적으로나 간단하고 편리하다. 에나멜에 투명감이 적고 덴틴의 색이 치아 표면에 크게 영향을 주지 않는 치아의 색이나, 단순하게 VITA shade와 비슷한 색을 만들거나, 또는 long span case로 인접 치아와의 세심한 shade 매치가 불필요한 경우 등에 매우 효과적이다. 한편, 전치부 소수치 결손과 같이 인접 치아의 색에 맞추어야 하는 경우에는 자연치의 다양한 색에 대응하기 어렵다. 따라서 각각의 장·단점을 이해하고 구분해서 사용하거나 사용법을 연구할 필요가 있다.

3. 지르코니아는 ‘body’인지, ‘덴틴’인지

이번 테마인 full zirconia 보철물을 제작하는데 있어서도 지금까지 축적된 지식과 기술이 중요한 열쇠가 된다. 이 책이 출판될 현 시점에는 빛 투과성이나 강도가 각기 다른 지르코니아 파우더가 개발되어 있어, 이것들을 사용한 멀티레이어 블럭이나 그라데이션 블럭이 주류가 되었다. 절단면에서 치경부까지 투광도와 색이 변화하기 때문에 크라운을 깎아내어 신터링을 하는 것만으로 이미 포세린의 incisal이나 body를 축성한 것과 같은 색을 표현할 수 있게 되었다. 그러나 이것은 빛 투과성이나 색이 상·하로만 조정된 것이므로 Body-Incisal 시스템처럼 단색성 색 표현 방식인 것에는 주의가 필요하다(그림 27). 인접 치아 색에 상관하지 않을 큰 케이스거나 단순하게 VI-TA shade에 맞추는 듯한 색 표현에서는 충분히 그 능력이 발휘되지만, 복잡한 색의 전치부 소수치 결손에는 full zirconia 크라운의 대응이 어려워진다. 설령 포스트 신터링으로 표면 스테인을 실시한 것이라도 내부로부터의 입체적인 구조를 본뜬 색 변화를 만들어 내는 것은 매우 어렵기 때문이다.

4. Full zirconia로 ‘입체감’을 표현하는 열쇠

그렇다면 full zirconia 크라운에서는 이러한 복잡한 색 재현이 불가능한 것일까? 대답은 ‘아니다’이다. 컬러링으로 입체적인 색 변화를 표현할 수 있다고 필자는 생각한다. 액을 스며들게 하여 내부로부터의 색 변화를 줄 수 있기 때문이다. 예전에는 컬러링용 액이 색상과 채도의 변화만을 주기 위한 것이어서 포세린과 같이 덴틴의 불투명도, 에나멜의 투명도를 조절하여 명도를 바꿀 수 없었으므로 임상에서 명도 조절이 어려운 상황이었다. 그러나 최근에는 까맣게 변색된 지대치를 커버하기 위해서 지르코니아 크라운 내면에 신터링 전 바르는 불투명도가 높은 liquid도 판매되고 있다. 이것을 사용하여 내면의 불투명도를 높여 유사한 덴틴을 만들고 외부에는 에나멜색을 컬러링하며, 또한 글레이징 시 표면에 에나멜의 질감을 표현하는 것으로 포세린 축성과 비슷한 다양한 색의 입체감 있는 색 표현이 가능하다(그림 28).

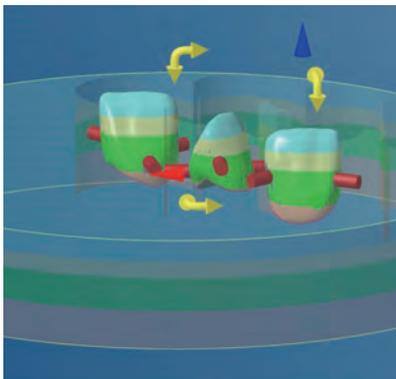


그림 27. 멀티레이어 블럭에 대한 네스팅. 현재는 멀티레이어 블럭으로 빛 투과성이나 색을 부위별로 바꾼 크라운을 제작할 수 있게 되었지만 이것들은 어디까지나 절단면에서 치경부에 걸친 수직 방향의 변화이다. 자연치의 덴틴-에나멜처럼 표면에서 내부로 향하는 입체적인 변화가 아니라는 점에 주의가 필요하다.

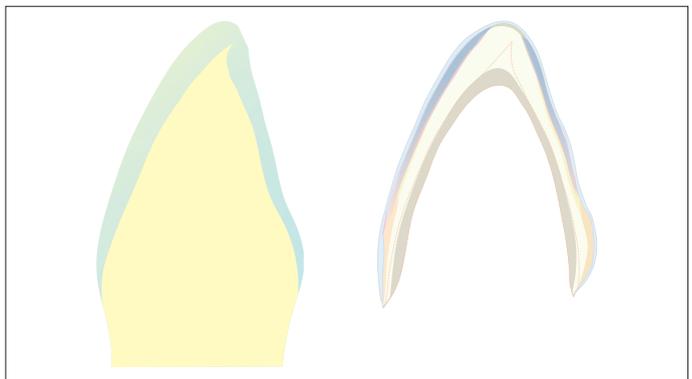


그림 28. 자연치는 이중 구조로 되어 있어, 광원의 종류나 세기에 따른 다양한 색 변화가 나타난다. 이것을 full zirconia 크라운으로 표현하기 위해서는 같은 방식으로 표면에서 내부에 걸쳐 입체적인 변화를 줄 필요가 있다. 그 방법으로는, 빛 투과성이 높은 지르코니아 블럭을 사용하고 그 내부에 화이트나 화이트 오팩을 도포하는 방법이 있다. 덴틴은 내면의 불투명도를 높여서 비슷하게 표현하고, 빛 투과성이 높은 지르코니아는 에나멜이나 body 포세린으로서의 역할을 한다. 특히 강한 투명감을 표현하고 싶은 경우에는 블루그레이 계열색을 컬러링한 후에 글레이즈의 층을 두껍게 함으로써 입체적 표현이 가능하다.