# 모니터색과 프린터색이 똑같을 수 없는가

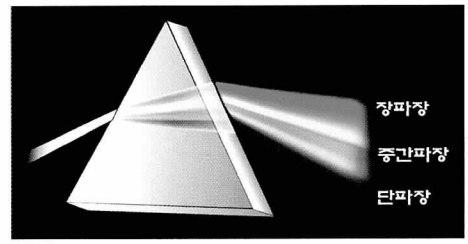
요즘은 모든 작업이 컴퓨터 환경에서 이루어지고 있다해도 과언이 아니다. TV 연속극을 보면 이전과는 크게 다른 점이 느껴진다. 사무실뿐만 아니라 가정에도 책상 위에는 반드시 컴퓨터가 놓여 있다. 얼마 전만 해도 컴퓨터 옆에는 모니터만이 있었는데, 요즘은 프린터도 필수품이 되고 있다. 모니터 화면을 보면서 디자인이나 편집작업을 자유롭게 할 수 있고 마음에 드는 결과물을 바로 프린터로 출력할 수 있어 매우 편리하다. 그러나 이러한 작업에 있어서 모니터 화면에 나타낸 색과 프린트된 색이 달라 난감하던 경험은 누구에게나 있을 것이다. 이러한 차이는 왜 생기는 것일까? 이를 극복할 방법은 없는 것일까? 먼저 색이 만들어지는 원리에 대해 살펴보자.

색은 빛에 의해 보여진다. 빛은 파장마다 고유의 색상을 띠고 있다. 태양 빛과 같이 여러 파장의 빛이 고루 섞인 백색 광을 프리즘에 통과시키면 형형색색의 무지개가 나타나는 것을 볼 수 있다. 이는 빛이 물질을 통과할 때 파장이 짧을수록 크게 꺾이는 특성으로 인해 프리즘을 통과하고 나면 파장 순서대로 정렬되기 때문이다.

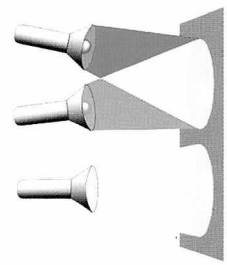
대표적으로 빨간색, 주황색, 노란색, 녹색, 파란색, 등으로 색상을 표현할 수 있는데, 일반적으로 사람이 구분할 수 있는 파장의 색상은 200가지 이상이나 된다고 한다.

그렇다면 모니터나 프린터로 색을 나타내기 위해서는 200 종류 이상의 빛이나 잉크가 필요한가? 다행히도 우리 눈은 파장 구성이 달라도 같은 색으로 보는 특성을 지니고 있다. 예를 들어 그림 2와 같이 파장이 긴 빨간색 빛과 중간 파장을 지닌 녹색 빛을 섞으면 노란색 빛과 동일한 색으로 보인다. 또한 빨간색 빛과 녹색 빛, 그리고 파란색 빛을 고루 섞으면 빨, 주, 노, 초, 파, 남, 보로 표현되는 전 파장의 빛들을 모두 섞은 경우와 동일한 흰색으로 보인다.

이와 같이 빛의 파장 구성은 다르지만 같은 색으로 보여지는 현상을 메타메리즘이라 부르며 이를 이용해서 혼합 색이 만들어질 수 있다.




〈그림1〉 빛의 스펙트럼.



〈그림2〉 빨간색 빛과 녹색 빛을 섞으면 노란색으로 보인다.

■ 모니터는 가법혼합, 프린터는 감법혼합

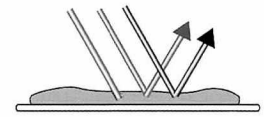
모니터나 프린터 모두 세 가지 색상만을 사용하고 있다. 모니터 화면에는 빨간색(Red) 빛, 녹색(Green) 빛, 파란색(Blue) 빛을 방출하거나 투과시키는 물질이 입혀져 있고, 프린터에서는 주로 청록색(Cyan) 잉크, 자주색(Magenta) 잉크, 노란색(Yellow) 잉크가 사용되고 있다(검정색 잉크에 대해서는 뒤에서 다루기로 한다).

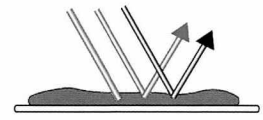
하지만 화면에 나타낸 색과 프린트된 색은 근본적으로 만들어지는 원리가 서로 다르다. 모니터에 신호가 입력되면 검정색 화면에서 빛이 나온다. 화면에 배열된 빨간색(Red) 빛, 녹색(Green) 빛, 파란색(Blue) 빛을 방출하거나 투과시키는 물질의 크기가 매우 작아 각각으로부터 방출되는 빛들이 섞여서 눈에 들어오게 된다.

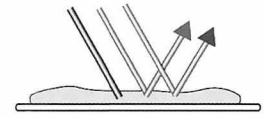
삼색 광이 모두 더해지면 백색을 나타내므로 이들 빨간색, 녹색, 파란색을 빛의 3원색이라 한다. 이들의 혼합에 의해 다양한 색상을 나타낼 수 있다. 예를 들어 빨간색 빛과 녹색 빛이 더해지면 노란색(Yellow), 녹색 빛과 파란색 빛이 더해지면 청록색(Cyan), 파란색 빛과 빨간색 빛이 더해지면 자주색(Magenta)이 화면에 나타난다. 또한 각 원색의 혼합 비율을 적절히 조절하여 더함으로써 그 외의 다양한 색상들을 나타낼 수 있다. 이와 같이 모니터에서는 빛을 더하는 가법 혼합에 의해 색이 만들어진다.

한편 프린터에서는 신호가 입력되면 흰 종이에 매우 작은 방울의 청록색(Cyan) 잉크, 자주색(Magenta) 잉크, 노란색(Yellow) 잉크가 찍히게 된다. 모니터는 그 자체가 빛을 내어 색이 나타나지만 프린트 물은 반드시 백색의 조명이 비추어져야 제 색을 나타낼 수 있다. 바로 이 차이로 인해 색이 만들어지는 원리가 판이하게 달라진다. 흰 종이는 비추어진 백색빛 중에서 어떤 파장의 빛도 흡수하지 않고 모두 반사시키므로 백색으로 보인다.

이때 청록색 잉크가 종이에 찍히면 그 부분에서는 장파장의 빛들이 흡수되고 나머지 파장의 빛들만이 반사되어 청록색을 띠게 된다. 또는 자주색 잉크가 종이에 찍히면 그 부분에서는 중간 파장의 빛들이 흡수되고 나머지 파장의 빛들만이 반사되어 자주색을 띠게 된다. 만약 노란색 잉크가 흰 종이에 찍히면 그 부분에서는 단파장의 빛들이 흡수되고 나머지 파장의 빛들만이 반사되어 노란색을 띠게 된다. 즉, 프린트물에서는 특정 파장의 빛을 빼는 감법혼합에 의해 색이 만들어진다.








〈그림3〉선택적 파장 흡수에 의한 색

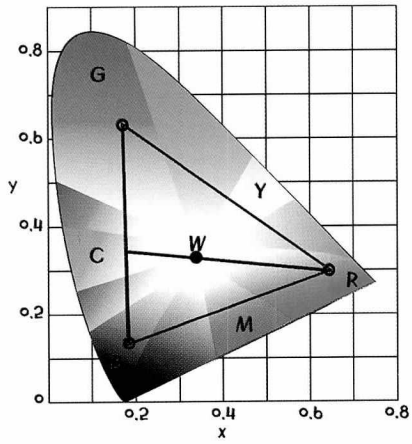
청록색 잉크와 자주색 잉크가 더해지는 경우를 생각해 보자.

청록색 잉크에 의해 장파장의 빛들이 흡수되고 자주색 잉크에 의해 중간 파장의 빛들이 흡수되므로 단파장의 빛들만이 반사되어 파란색을 띠게 된다. 같은 원리로 노란색 잉크와 자주색 잉크가 더해지는 경우는 빨간색이, 노란색 잉크와 청록색 잉크가 더해지는 경우는 녹색이 된다. 또한 청록색 잉크와 자주색 잉크, 그리고 노란색 잉크가 모두 더해지면 어떤 파장의 빛도 반사되지 않아 검정색을 띠게 된다. 따라서 청록색, 자주색, 노란색을 색료의 3원색이라 한다.

혹시 색료의 3원색을 빨간색, 노란색, 파란색으

로 알고 있는 경우에는 적지 않은 혼란이 있을 것 같아 이 점에 대해 좀더 설명하고자 한다. 우리나라 사람들은 예전부터 색 이름을 아주 넓게, 다른 말로 하면 애매하게 사용하여 왔다. 동요 가사 중에 "... 여름엔 여름엔 파랄 거예요. 산도들도 나무도 파란 잎으로 파랗게 파랗게 물든 속에서 파아란 하늘 보며 자라니까요."에서 보듯이 산, 나무, 하늘도 모두 파랗다고 표현한다. 바다도 파랗다고 한다. 교통신호에서 통과신호를 파란불이라고 한다. 이와 같이 우리는 색을 포괄적으로 표현하다보니 색료의 삼원색에서 자주색을 빨간색으로, 청록색을 파란색으로 호칭한 것으로 생각된다. 이전에는 이렇게 표현해도 큰 문제가 없었으나 근래에 와서 모니터와 같은 컬러 디스플레이 산업이 발달함에 따라 빛의 3원색인 빨간색이나 파란색과 혼돈 되므로 정확한 명칭으로 표현되어야 한다.

■ 모니터와 프린터 색역은 달라



〈그림5〉 RGB색역

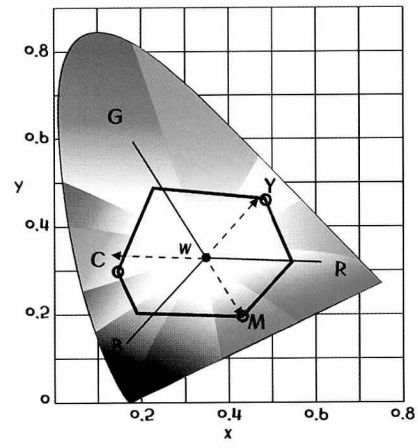
빛의 3원색인 RGB와 색료의 삼원색인 CMY로 만들 수 있는 색의 범위는 어떻게 다를까? 이에 대해 생각해 보자. 그림 5, 6에는 국제 조명위원회에서(CIE)에서 만든 좌표계(색도도)에 자연계에 존재하는 모든 색이 표시되어 있다.

각 파장의 빛이 나타내는 색상을 연결하면 말굽 모양으로 굽은 곡선이 된다. 곡선의 오른쪽 끝이 빨간색이고 반시계 방향으로 빨주노초파남보의 색상을 띤다. 곡선에서 멀리 떨어진 중앙부분에는 어느 색상도 띠지 않은 백색이나 회색, 그리고 검정색 같은 무채색이 위치한다. 따라서 사람이 볼 수 있는 색 중에서 가장 순수한 색이 곡선 상에 위치하고 순도가 떨어진 색일수록 말굽 모양의 도형 안쪽에 위치하게 된다. 이 색도도를 사용하면 이 문제를 쉽게 풀 수 있을 것이다. 먼저 RGB로 만드는 경우를 생각해 보자. 두 빛을 더하여 만들어지는 혼합색은 두 빛의 위치를 연결한 직선 상에 위치하게 된다. 예를 들어 파란색 빛과 빨간색 빛을 더해서 만들어지는 자주색(M)은 그림 5에서 B와 R을 연결한 직선 상에 위치하게 되며 파랑이 많으면 B에 가깝게, 빨강이 많으면 R에 가깝게 위치한다.

같은 방식으로 파란색 빛과 녹색 빛을 더해서 만들어지는 청록색(C)은 GB 직선상에, 그리고 녹색 빛과 빨간색 빛을 더해서 만들어지는 노란색(Y)은 RG 직선 상에 위치하게 된다. 여기에 다른 하나의 원색을 더 더한 색은 두 원색의 혼합색과 다른 원색의 위치를 연결한 직선상에 위치하게 된다. 이때 3원색 RGB의 혼합양이 동일하면 혼합된 백색은 중앙에 위치하게 된다. 세 원색의 위치를 연결하여 이루는 삼각형 영역이 RGB 삼원색으로 만들 수 있는 색역이 된다. 최상의 3원색 조건은 세 원색이 만드는 삼각형이 가장 클 때이다. 그림 5에서 보면 RGB 3원색의 순도가 높을수록 색역이 넓어짐을 알 수 있다.

다음으로 CMY(청록, 자주, 노랑)로 색을 만드는 경우를 생각해 보자. 앞에서 설명하였듯이 색료는 조명의 빛중에서 특정 파장의 빛들을 흡수함으로써 색을 나타낸다. 이러한 이유로 색료의 3원색은 백색 조명에서 각각 빨간색 빛(R), 녹색 빛(G), 파란색 빛(B)을 뺀 색인 CMY(청록, 자주, 노랑)가 된다. 빛을 더하는 RGB 혼합의 경우 혼합색은 두 색을 연결한 직선 상에 위치하는데 반해, 빛을 빼는 CMY(청록, 자주, 노랑) 혼합의 경우 혼합색은 두 색을 연결한 직선 반대쪽에 위치하게 된다.

예를 들어 백색에서 빨간색 빛을 흡수하여 나타나는 청록색(C)은 백색과 빨간색을 연결한 직선 반대쪽에 위치함을

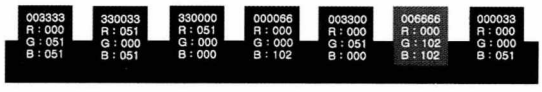


〈그림6〉 CMYK색역

쉽게 알 수 있다. 이를 이용하여 청록색 잉크와 자주색 잉크를 겹쳐서 찍었을 때 나타나는 색의 위치를 구해보자. 백색에서 빨간색 빛을 빼고 다시 녹색 빛을 빼므로 색도도에서 왼쪽 아랫부분에 위치하게 되므로 파란색을 띠게 됨을 알 수 있다. 그러나 실제 잉크는 흡수해야할 파장영역을 완전하게 흡수하지 못하므로 보다 순도가 떨어진 파란색을 나타내게 된다. 따라서 CMY의 혼합으로 만들 수 있는 색역은 RGB 색역과는 다르게 다각형을 이루게 된다.

물론 CMY 색역은 선택된 3원색 색료의 순도나 종이의 재질 등에 따라 크게 달라진다. CMY의 혼합으로 만들어지는 검정색의 순도도 떨어져서 별도의 검정색(K)을 추가로한 4색 잉크가 일반적으로 사용되고 있다. 이상과 같이 색혼합의 원리가 서로 달라 모니터의 색역과 프린터의 색역은 크게 다르다. 즉, 화면에는 나타낼 수 있으나 프린터로는 출력될 수 없거나, 프린터로는 출력이 가능한데 화면에는 나타낼 수 없는 색들이 존재한다.

■ 모니터의 올바른 조절이 핵심

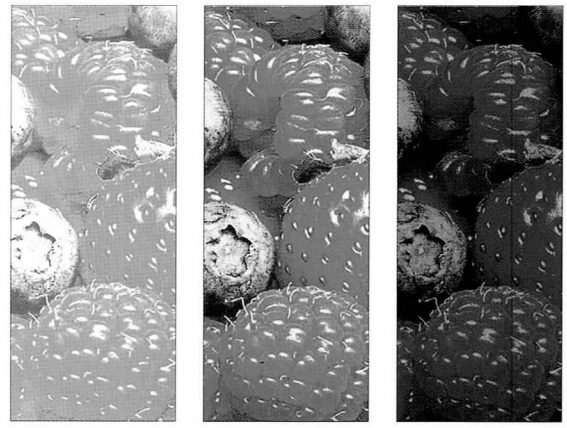



〈그림7〉 검정색의 색상기미 확인

모니터와 프린터의 색역이 원리적으로 서로 달라, 화면에 나타낸 모든 색을 정확하게 프린터로 출력해내는 것은 불가능하다는 것을 알았다.

그러나 최근에는 색역 맵핑(Color gamut mapping)이 가능한 색 관리(Color management) 기술을 통해 근사한 색 일치가 이루어지고 있다. 프린터 나름대로의 색일치 기능이 작동되고 있기는 하지만, 색일치가 중요시 여겨지는 분야에서는 CMS 장치나 소프트웨어를 사용하기도 한다. 그러나 이러한 기술이 정확하게 적용되기 위해서는 무엇보다도 먼저 모니터가 올바로 조정되어야 한다.

첫번째로 모니터가 놓일 위치와 노후상태를 점검한다. 모니터 주변의 조명이 모니터 화면에 직접 비추어



〈그림 8〉 Brightness가 각각 높을때, 최적일 때, 낮을때 모습.

지면 화면에서 반사되는 빛이 화면색에 영향을 주게 된다. 따라서 가능한 모니터는 직접조명을 피하도록 설치해야한다.

다음으로 그림 7과 같이 화면에 여러 색상기미의 어두운 색들을 검정색 위에 나타내고 이들간의 구별이 확실하게 되는가를 확인한다. 만일 어느 하나라도 구분이 가지 않으면 A/S를 요청하거나 교체해야 한다.

두 번째로 OSD의 Brightness와 Contrast, 그리고 color temperature를 조절한다. 특히 Brightness 조절은 이미지의 색선명도에 커다란 영향을 주므로 정확한 조절이 필요하다. Brightness를 과도하게 높이면 모니터 화면이 전체적으로 뿌옇게 되어 색상의 선명도가 떨어지고, Brightness를 과도하게 낮추면 어두운 부분이 잘 구분이 되지 않아 전체적으로 색이 죽어 보인다〈그림8참조〉.

모니터마다 최적의 색선명도를 내는 Brightness 값은 다 다르지만 대략 50정도로 맞추면 무난하다. 반면 Contrast는 화면 전체의 밝기를 변화시키므로 주변 조명의 세기에 따라 적절히 조절하면 된다. 조명이 밝을 때는 Contrast를 높게, 어두울 때는 Contrast를 낮게 조절하는 것이 눈의 피로를 줄일 수 있고 모니터의 수명도 연장시킬 수 있다.

박진희 연구원
〈대진대학교 색채과학 연구실〉