

무채색 Ganzfeld 자극과 무채색 및 유채색의 중심자극에 대한 명도 지각 특성

정 경 훈[†] 이 만 영

고려대학교 심리학과

Li와 Gilchrist(1999)가 제안한 최대 휘도 흰색 대응 법칙(highest luminance as white rule)과 면적 법칙(area rule)이 유채색을 포함한 Disk - Ganzfeld 조건에서도 성립하는지 또한 이 법칙이 상이한 조명 조건 하에서도 안정적으로 성립하는지를 확인하기 위하여 본 연구를 수행하였다. 이와 더불어 본 연구에서는 Ganzfeld의 중앙에 제시된 동일 명도의 무채색과 유채색 자극에 대한 밝기 평정치를 비교하여, 무채색과 유채색의 밝기 지각 특성을 확인하고자 하였다. 유채색 Disk 자극과 무채색 Ganzfeld 자극을 함께 제시한 본 연구의 결과, Li와 Gilchrist의 두 가지 밝기 지각 법칙이 유채색을 포함한 실험 조건에서의 무채색 Ganzfeld에 대한 밝기 지각에도 적용됨을 확인할 수 있었다. 또한 이러한 밝기 지각 법칙은 상이한 조명 조건을 사용한 실험 상황에서도 안정적으로 성립하였다. 마지막으로, 동일 휘도의 무채색과 유채색 Disk 자극에 대한 밝기 평정치를 비교한 결과, 보라색 Disk에 대한 밝기 평정치는 무채색 Disk에 대한 평정치와 매우 유사한 것으로 나타났으며, Disk 자극이 먼셀 명도 5와 7인 경우에는 빨강, 노랑, 초록, 파랑의 Disk 자극보다 무채색 Disk 자극이 더 밝게 지각되는 현상이 발견되었다.

주요어 : 무채색, 유채색, 밝기 지각, Ganzfeld

* 본 연구는 한국학술진흥재단의 2004년도 기초학문육성 인문사회분야 지원사업 (KRF-2004-074-HS000)의 지원에 의하여 수행되었습니다. 세심하게 읽고 조언해주신 세 분의 심사위원님께 감사드립니다.

† 교신저자 : 정경훈, 고려대학교 심리학과, (136-071) 서울시 성북구 안암동 5가 1번지 (구법학관 413호)
E-mail : yezi11@daum.net

밝기 지각에 있어서 준거점 설정 문제(anchoring problem)란 인간의 시각 체계가 서로 다른 반사율을 지닌 자극들의 상대적 밝기를 검정, 회색, 흰색과 같은 다양한 밝기 척도상의 단계에 어떠한 과정을 통해 대응시키는데 관한 문제이다(Gilchrist et al., 1999). 예를 들어, 그림 1과 같은 중앙주변 형태의 자극 제시 상황에서는 주변 자극이 중앙 자극보다 더 큰 반사율을 가지고 있으므로, 주변 자극의 밝기가 중앙 자극에 비해 더 밝게 지각될 것이다. 그러나 중앙 주변 자극에 대한 밝기 지각 결과가 '밝은 회색-흰색', '회색-밝은 회색', '어두운 회색-회색' 등과 같은 여러 가지 가능한 결과 중 어떠한 것으로 나타날지는 자극의 반사율에 대한 정보만으로는 알 수 없다.

자극의 지각된 밝기가 이와 같이 여러 가능한 결과 중 한 가지로 나타나기 위해서는, 두 자극 중 하나의 자극이 지각적 밝기 척도상의

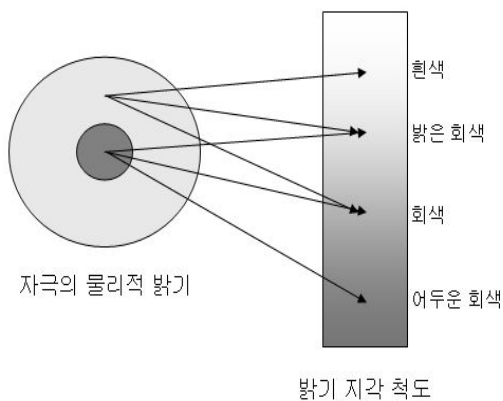


그림 1. 준거점 설정 문제의 예. 원편의 원형 자극은 중앙부에 비해 주변부가 밝게 지각된다. 그러나 이러한 상대적인 밝기 차이가 '밝은 회색-흰색', '회색-밝은 회색', '어두운 회색-회색' 등과 같은 여러 가지 가능한 결과 중 어떠한 것으로 나타날지는 자극의 반사율에 대한 정보만으로는 알 수 없으며, 자극과 지각된 밝기 사이의 대응 과정을 설명해줄 수 있는 설명 체계가 필요하다.

특정 위치에 먼저 결정(anchoring) 되어야 한다. 그래야만 나머지 자극의 밝기가 먼저 결정된 자극 밝기를 기준으로 지각적 밝기 척도상에서 더 높은 혹은 더 낮은 위치에 대응되어 지각될 수 있기 때문이다. 이처럼 서로 다른 반사율을 가지고 있는 자극들 중 특정 자극의 지각된 밝기가 먼저 결정되는 과정을 설명하는 것이 준거점 설정 문제에서 해결하고자 하는 주제이다.

이와 같은 준거점 설정 문제에 대하여 Helson(1943, 1964)은 시야에 제시된 다양한 자극들이 지니는 휘도(luminance)¹⁾의 평균이 중간 회색으로 지각되고 이 평균 휘도가 기준이 되어 이보다 더 큰 휘도를 가지는 자극이 밝은 회색으로 지각되며, 평균 휘도보다 더 작은 휘도를 가지는 자극은 어두운 회색으로 지각된다는 평균 휘도 중간 회색 대응 법칙(average luminance as middle gray rule)을 제안하였다. 반면 Wallach(1976)는 제시된 자극 중 가장 큰 휘도를 갖는 영역이 흰색으로 지각되며 이것이 보다 어두운 영역의 밝기를 지각하기 위한 기준점으로서의 역할을 한다는 최대 휘도 흰색 대응 법칙(highest luminance as white rule)을 제안하였다. 그러나 두 연구자의 이러한 제안들은 각각을 지지해줄만한 실증적 자료가 함께 제시되지 않은 것들이었다(Gilchrist et al., 1999).

Li와 Gilchrist(1999)는 그림 2와 같이 자극 제시 방법을 단순화 시킨 조건 하에서 준거점

1) 휘도(luminance)는 광원의 단위 면적당 광도를 나타내는 지수이며, 각기 다른 파장의 빛에 대한 휘도는 CIE가 정한 표준 관찰자에 의해 얻어진 분광 시각효율 함수에 따라 달라진다. 휘도의 단위로는 cd/m^2 를 사용한다(Lennie, Pokorny & Smith, 1993).

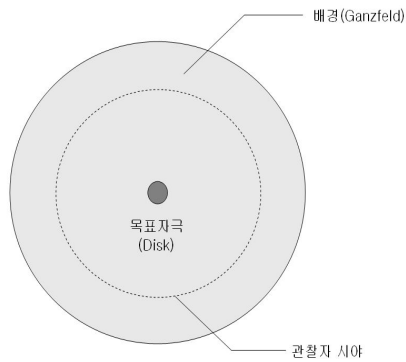


그림 2. Disk-Ganzfeld 자극 제시 조건

설정 문제에 대한 연구를 수행하였다. 그들은 중심부에 존재하는 원형의 목표자극(Disk)과, 단일한 반사율을 가지는 배경 자극(Ganzfeld)만을 이용해 관찰자 시야 전체를 채우는 Disk-Ganzfeld 자극 제시 방법을 사용하였는데, 이때 관찰자의 전체 시야 범위를 뒤덮는 단일 반사율을 지닌 배경 자극을 Ganzfeld라 한다 (Schiffman, 1996; Gilchrist, 1994). 이러한 자극 제시 방법은 목표자극과 인접한 배경 외에 일반적으로 존재하게 되는 또 다른 배경이 관찰자의 시야 내에 존재하지 않게 함으로써, 더 멀리 존재할 수 있는 배경에 의한 영향 없이 목표자극과 인접한 배경의 상호작용을 연구할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 뿐만 아니라 이러한 자극 제시 조건에서는 관찰자의 손이나 옷자락과 같이 관찰자에게 친숙한 물체가 시야에 들어오지 않기 때문에, 관찰자가 이러한 자극들을 이용하여 광원의 특성을 유추하는 것을 막을 수 있다.

Li와 Gilchrist(1999)는 이러한 자극 제시 조건을 이용한 실험에서, 저명도(먼셀 명도 2.5)와 중간명도(먼셀 명도 5.5)를 가지는 Disk-Ganzfeld 자극을 관찰자들에게 제시한 후, 두 영역 각각의 밝기와 같은 밝기를 지니는 먼셀 무채색

색편(Munsell achromatic sample)을 찾게 하였다. 이러한 실험에서 관찰자들은 Disk와 Ganzfeld 두 자극 중 더 큰 먼셀 명도를 지니는 자극의 밝기를 먼셀 명도 8.9 이상에 해당하는 것으로 지각했다. 이 현상이 의미하는 바는, 먼셀 명도 5.5에 해당하는 자극은 일반적인 관찰조건에서는 회색으로 지각되지만, 이 자극이 시각장 내에서 가장 큰 휘도를 지니는 자극이 될 경우에는 그것이 흰색으로 지각된다는 것이다. 이것은 Wallach의 최대 휘도 흰색 대응 법칙(highest luminance as white rule, 이하 HLR)이 간단한 자극제시 조건에서의 무채색 밝기 지각을 설명해 줄 수 있음을 의미한다. 또한 이 연구자들은 낮은 휘도를 가지는 자극의 면적이 시각장 전체의 50%를 넘는 경우에는, 그렇지 않은 경우에 비해서 더 밝게 지각되는 현상을 발견하고 이를 면적 법칙(area rule, 이하 AR)이라 이름 붙였다. 이상의 두 가지 밝기 지각 특성이 그림 3에 제시되어 있다

왼쪽 상단에 제시된 자극의 경우 중앙의 Disk에 비해 Ganzfeld가 더 큰 휘도를 가지고

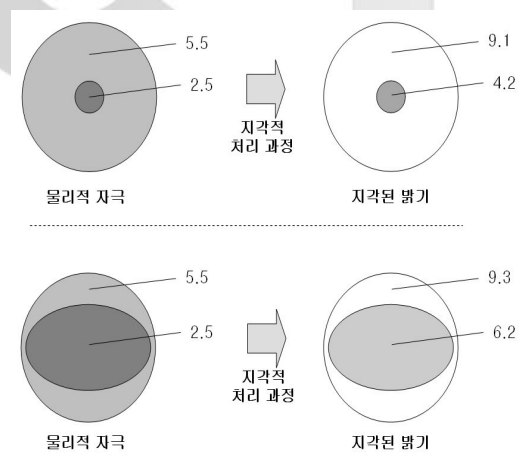


그림 3. Disk-Ganzfeld 조건에서 Li와 Gilchrist가 제안한 두 가지 밝기 지각 법칙

있다. 이때 관찰자들은 우측과 같이 Ganzfeld가 흰색에 해당하는 면셀 명도(9.1)를 가지는 것으로 지각하게 되며, 이는 HLR이 성립함을 의미한다. 그리고 Ganzfeld에 비해 낮은 휘도를 지니는 Disk 영역의 면적이 그림 3의 좌측 하단처럼 시각장의 50% 이상을 차지하게 되면, Disk 영역에 대한 밝기가 우측 상단의 4.2에서 하단의 6.2로 더욱 밝게 지각된다. 이처럼 Disk-Ganzfeld 자극제시 상황에서 저명도 영역이 시야의 50% 이상의 면적을 차지하는 경우, 50% 미만의 면적을 차지할 때에 비해 더 밝게 지각되는 현상이 AR이다.

Li와 Gilchrist(1999)는 이러한 두 가지 밝기 지각 법칙이 Disk - Ganzfeld 형태의 자극 제시 조건에서 뿐만 아니라 그림 4와 같은 분할 Ganzfeld(split Ganzfeld) 조건에서도 발견됨을 확인하였다. Ganzfeld 전체 영역을 세로로 분할하여 서로 다른 밝기를 가지는 두 영역으로 자극을 제시하는 것을 분할 Ganzfeld 자극 제시 조건이라 한다. 그림 4의 좌측 상단과 같이 자극을 제시하는 경우, 두 영역 중 더 밝은 영역은 실제로는 면셀 명도 5.5에 해당하지만, 관찰자들은 그것을 면셀 명도 9.5로 지각하였으며, 이것은 분할 Ganzfeld 조건에서도 HLR이 성립함을 보여주는 것이다. 또한 그림 4의 좌측 하단과 같이 저명도 영역의 면적이 시각장 전체의 50% 이상을 차지하도록 제시한 경우에는, 저명도 영역의 면적이 50%에 해당하는 좌측 상단 조건에 비해 더 밝게 지각되는 현상이 나타났다. 이것은 AR이 나타났음을 보여주는 것이다.

HLR과 AR은 단순한 자극제시 조건에서의 무채색 자극에 대한 밝기 지각을 잘 설명해 주고 있다. 그러나 이러한 연구 결과는 무채색 자극만이 포함된 실험 조건에서 얻어진 결론

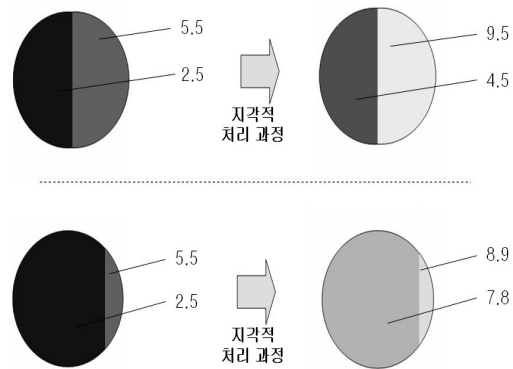


그림 4. 분할 Ganzfeld 조건에서 Li와 Gilchrist가 제안한 두 가지 밝기 지각 법칙

이었다. 따라서 Li와 Gilchrist가 제안한 두 가지 밝기 지각 법칙이 유채색 자극을 포함한 실험 조건에서도 무채색에 대한 밝기 지각을 설명해 줄 수 있는지에 대한 실증적 증거는 없다. 또한 Li와 Gilchrist가 수행한 실험에는 특정한 밝기 수준을 가지는 단일 조명 조건만이 사용되었다. 그러므로 조명의 광량이 변화되는 실험 조건에서도 이러한 두 가지 밝기 지각 법칙이 성립할 것인지에 대한 의문을 제기할 수 있다.

실제로 인간이 살아가는 환경을 구성하는 대부분의 물체들은 명도 속성만을 지닌 무채색과는 달리 유채색 속성, 즉 색상과 채도 속성을 가지고 있다. HLR과 AR은 단순한 자극제시 조건에서의 무채색에 대한 밝기 지각을 잘 설명해 주고 있으나 이러한 연구 결과가 무채색에 대한 밝기 지각을 설명하기 위한 보다 일반적인 이론이 되기 위해서는, 유채색이 포함된 자극상황 속에서도 무채색에 대한 밝기 지각을 잘 설명해 줄 수 있어야 한다. 특히 유채색 밝기의 지각은 무채색에 대한 밝기 지각과는 다른 특성을 가지므로, 유채색이 포함된 자극제시 상황에서 이러한 유채색 속성이

무채색의 밝기 지각에 어떠한 영향을 미칠 것인지 확인할 필요가 있다. 예를 들어, 기준광으로 백색광을 사용하고, 시험광으로는 기준광과 동일한 휘도를 지니는 유채색광을 사용하여 두 광원의 밝기를 관찰하도록 하면 유채색 시험광이 백색광에 비해 더 밝게 지각되는 현상이 나타나는데, 이를 Helmholtz-Kohlrausch 효과라 한다(大田 登, 2003). 이러한 효과를 고려해보면 Li와 Gilchrist(1999)가 수행했던 실험 조건에 유채색이 포함될 경우, Disk와 Ganzfeld 자극 모두가 무채색인 조건에서 얻어진 것과는 상이한 밝기 지각 결과가 나타날 수도 있다. 예를 들어, Ganzfeld에 비해 낮은 휘도의 유채색이 Disk 자극으로 사용된 경우, Helmholtz-Kohlrausch 효과에 의해 무채색 Disk 자극이 사용된 조건일 때보다 Ganzfeld에 대한 밝기를 상대적으로 어둡게 지각하게 되어 Disk-Ganzfeld간 밝기 차이가 작게 나타날 수 있으며, Disk 자극에 비해 더 큰 휘도를 지니는 Ganzfeld를 흰색으로 지각하지 않을 수도 있다.

본 연구의 첫 번째 목적은 HLR과 AR이, Disk-Ganzfeld 자극 제시 조건에서 중앙에 유채색을 포함하는 경우에도 무채색 Ganzfeld 영역의 밝기 지각 특성을 설명해 줄 수 있는지를 확인하는 것에 있다. 만약 유채색 중앙 자극이 포함된 상황에서도 두 가지 법칙이 성립한다면, HLR과 AR을 유채색을 포함한 밝기 지각 과정에 보다 폭넓게 적용할 수 있을 것이다.

본 연구의 두 번째 목적은 HLR과 AR이 실험에 사용된 조명 강도의 변화에도 불구하고 안정적으로 성립하는 법칙인지를 확인하는 것에 있다. 만약 Li와 Gilchrist가 제안한 두 가지 법칙이 조명 조건에 따라 성립 여부가 달라진다면, 이 법칙은 조명의 강도에 따라 다른 지

각 결과를 예측할 수 있도록 수정되어야 할 것이다.

끝으로 본 연구의 세 번째 목적은 Disk-Ganzfeld 자극 제시 조건을 이용하여 유채색과 무채색의 밝기 지각 특성 차이를 확인하는 것에 있다. 이를 위해 Ganzfeld의 밝기는 고정시킨 상태에서 Disk 영역에 동일한 명도를 가지는 무채색과 유채색 자극을 각각 제시하고 각 조건에서 Disk 자극의 밝기를 평정하게 하였다. 이러한 절차를 통해 동일 명도를 지니는 무채색과 유채색의 밝기 지각 특성을, 방해 자극의 영향을 최소화 시킨 상태에서 확인할 수 있을 것으로 기대하였으며, Disk-Ganzfeld 자극제시 상황 하에서의 유채색 밝기 지각 특성을 단색광을 이용한 실험에서 얻어진 유채색의 밝기 지각 특성과 비교해보고자 하였다.

이상의 연구목적을 달성하기 위하여 본 연구에서는 두 개의 실험을 실시하였다. 실험 1에서는 Disk-Ganzfeld 자극 제시 장치를 만들고 기존의 연구와 동일한 절차를 사용하여 무채색에 대한 밝기 지각 결과를 살펴보았다. 이를 통해 본 실험에서 사용되는 실험 장치가 기존 연구에서 사용된 것과 동일한 결과를 나타내는지 확인하고자 하였다. 또한 본 연구에서 사용되는 두 수준의 조명 조건 중 강한 조명 조건이 실험 1에 사용되었다.

실험 2에서는 실험 1에서 사용한 것보다 약한 광량을 가지는 조명을 Disk-Ganzfeld 자극 제시 장치에 사용하고, 이 조명 조건에서도 Li와 Gilchrist가 제안한 법칙이 성립하는지를 확인하고자 하였다. 또한 실험 2에서는 Disk 영역에 무채색편을 제시하는 조건 외에 유채색편을 제시하는 조건을 추가하여, 유채색 Disk가 제시된 상황에서 무채색 Ganzfeld에 대한 밝기 지각 결과가 HLR과 AR에 부합하는 것인

지를 알아보려고 하였다. 더불어 실험 2에서 사용된 무채색 Disk와 유채색 Disk에 대한 밝기 평정치의 비교를 통하여 Disk - Ganzfeld 조건 하에서의 무채색과 유채색의 밝기 지각 특성을 비교해 보았다.

실험 1. Disk-Ganzfeld 자극 제시 장치에 대한 검증

실험 1에서는 Disk-Ganzfeld 자극 제시 장치를 이용하여 기존의 실험 절차를 반복함으로써, 본 연구를 위해 제작된 실험 장치의 타당성을 확인하고자 하였다. 실험 1에 사용되는 조명 조건은 본 연구에서 사용되는 두 수준의 조건 중 강한 조명 조건에 해당하는 것이었다.

실험 1에서는 기존 연구(Li & Gilchrist, 1999)와 동일한 밝기 평정 절차를 사용하였다. 즉 관찰자에게 Disk-Ganzfeld 형태로 무채색 자극을 제시하고 이 두 영역의 밝기를 기억하게 한 후, 따로 제시된 먼셀 무채색 척도상에서 두 영역의 밝기와 같은 밝기를 갖는 색편을 찾도록 하였다. 이와 더불어 관찰자에게 색 이름 명명 과제를 부여하여 HLR에 부합하는 색 이름 명명반응이 나타나는지를 확인하고자 하였다.

방 법

참가자 고려대학교에서 심리학 교양 수업을 수강하는 9명의 학생이 실험 1에 참가하였다. 모든 실험 참가자는 정상적인 시력과 색 감각을 지니고 있었으며, 전문적 색채 교육을 받은 적은 없었다.

실험 자극 및 조건 그림 5에 보이는 것과

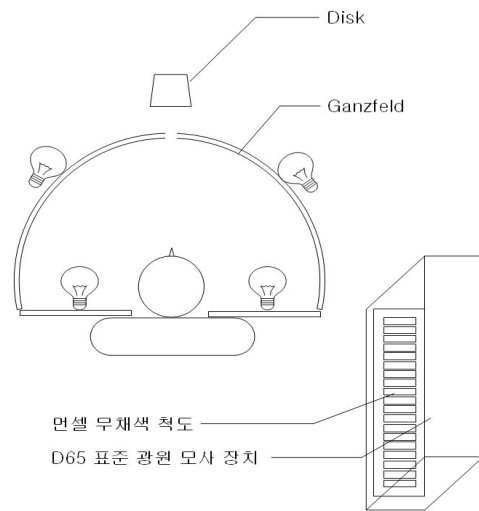


그림 5. Disk-Ganzfeld 자극 제시 장치와 먼셀 무채색 척도.

같은 Disk-Ganzfeld 자극 제시 장치를 실험에 사용하였다. 관찰자의 머리가 아크릴로 제작된 지름 1m의 반구 중심에 위치하게 된다. 이 반구 내부는 먼셀 명도 5로 조색된 페인트가 고르게 칠해져 있으며 이 영역이 관찰자가 관찰하게 되는 Ganzfeld에 해당한다. 반구 중심에는 지름 4cm의 원형 구멍(시각도 6.5°)이 뚫려 있고 이 구멍으로부터 17cm 뒤에 명도 3, 5, 7에 해당하는 먼셀 무채색 색편(N3, N5, N7)을 제시하였다. 이 먼셀 무채색 색편은 일반적인 먼셀 색편보다 큰 10*10cm 형태의 정사각형 색편이었다. 아크릴 중심부에 뚫린 구멍을 통해 보이는 먼셀 색편은 원형으로 보이게 되므로, 이 구멍을 통해 보이는 영역이 Disk 자극이 된다. 관찰자 시야에서 반구 중심까지의 거리는 약 35cm였으며, Disk 영역에 제시되는 색편과 Ganzfeld는 26W 백색 램프 2개씩에 의해 각각 조명되었다. Disk-Ganzfeld 각 영역의 휘도(luminance)를 Sekonic dualmaster (model L-558) 노출계로 측정한 결과 Ganzfeld의 휘도

는 130cd/m^2 로 측정되었으며, Disk의 휘도는 명도 3, 5, 7 조건별로 각각 56.4cd/m^2 , 122.2cd/m^2 , 228cd/m^2 로 측정되었다. 관찰자의 우측으로 약 1m 거리에 가로*세로 2cm*5cm의 크기를 지닌 면셀 무채색 색편 19개를 제시하였다. 이 19개의 색편은 전체 38개로 구성된 면셀 무채색 색편 중 명도 0.5부터 9.5까지의 색편을 0.5 단위로 선정한 총 19개의 색편들이었다. 이 색편들을 좌측부터 우측으로 명도가 큰 순서대로 나열하여 반사율이 19.8%인 중간 회색 판에 붙여놓았다. 각 색편의 하단에는 1부터 19까지의 번호를 명도가 작은 색편부터 큰 색편의 순서로 부여하였으며, 이렇게 준비된 색편을 D65 표준 광원 모사장치²⁾ 아래에 제시하였다. 본 연구에 사용된 Disk - Ganzfeld 자극 제시 장치는 Gilchrist와 Bonato (1995)가 사용한 것을 모델로 한 것이었다. 이 연구에서 연구자들은 지름 75cm의 아크릴 반구를 이용하여 Ganzfeld 자극을 만들고, 반구 중앙에는 지름 2.5cm의 구멍(시각도 4.7°)을 뚫었다. 구멍과 관찰자간의 거리는 30.5cm였으며, Disk와 Ganzfeld는 각각을 둘러싸는 두 개의 큰 틀 안에 위치시켰다. 이 틀의 내부에는 자극을 직접 비추지 않고 틀을 향해 빛을 발하는 램프가 설치되어, 틀에 반사되어 나오는 빛이 Disk와 Ganzfeld 각각을 비출 수 있도록 하였다.

절차 관찰자가 실험실에 들어와서 눈을 감기 전에는 장치의 내부를 볼 수 없도록 했고, 관

찰자가 눈을 감은 상태에서 장치 속에 있는 턱받이대에 턱을 위치시키면 눈을 뜨게 하였다. 관찰자가 수행해야 하는 두 가지 과제는 Disk-Ganzfeld 형태로 제시된 두 자극 영역을 보면서 각각의 색이름을 응답하는 것과, 이 두 영역의 밝기를 기억하여 면셀 무채색 척도 상에서 두 자극과 동일한 밝기를 가지는 색편을 찾는 것이었다. 이러한 과제를 연습할 수 있도록 각 관찰자에게 Disk 영역을 비추는 조명만 제시하고 Ganzfeld를 비추는 내부 조명은 꺼놓은 상태에서 Disk 영역의 색이름과 밝기를 응답하는 과제를 각각 3회씩 연습시켰다. 연습시행에 사용된 색편은 N3, N5, N7 세 색편이었다³⁾. 연습시행이 끝나면 관찰자를 실험실 밖으로 나와서 기다리도록 하고, 그 사이 Ganzfeld를 비추는 내부 조명을 켜다. 조명이 충분한 밝기를 낼 때까지는 대략 7분 정도가 걸렸으므로 본 실험은 연습 과제가 끝난 뒤 10분 후에 시작하였다. 관찰자가 다시 실험실로 들어와서 턱받이에 턱을 위치시키고 장치 내부를 관찰할 준비를 하면 눈을 뜨도록 한 뒤, 눈앞에 제시된 Disk - Ganzfeld 영역이 각각 어떤 색으로 보이는지 색이름을 통해 응답하도록 하였다. 이는 HLR 즉, 제시된 자극 중 더 큰 밝기를 가지는 영역이 흰색으로 지각되는지를 색이름 응답을 통해 확인하기 위한 것이었다. 관찰자가 두 영역의 색이름을 응답한 후에는 눈을 감은 상태에서 장치 밖으로 머리를 빼낸 후에 눈을 뜨고, 오른쪽에 제시된 면

2) D65 표준 광원 모사장치는 주광으로 조명된 물체의 표시에 이용되는 표준광 D65를 모사하기 위한 장치(daylight simulator)이다. 표준광원 D65는 아직 개발되어 있지 않기 때문에 이것에 근사한 크세논 램프 등을 광원으로 이용한다.

3) 면셀 색체계에서는 '색상 명도채도'의 형식으로 유채색에 대한 표기를 한다(예, 7.5R 3/12). 그러나 무채색에 대해서는 'N 숫자'와 같은 식으로 표기를 한다(예, N5). 여기서 N은 무채색을 뜻하는 neutral의 첫 글자이며, 뒤의 숫자는 명도를 의미한다.

셀 무채색 척도상에서 자신이 본 Disk-Ganzfeld 각 영역의 밝기와 같은 밝기를 가지는 색편의 번호를 찾아 응답하도록 하였다. Disk 혹은 Ganzfeld 자극의 밝기가 우측의 면셀 척도상에 제시된 특정한 두 색편 밝기의 사이에 해당하는 밝기로 지각될 경우에는, 그 두 색편 번호의 사이에 해당하는 숫자를 소수 자리를 이용하여 응답하도록 하였다. 만약 관찰자가 특정 자극을 면셀 무채색 척도상의 가장 밝은 색편인 19번보다 더 밝다고 지각하는 경우에는 19보다 더 큰 숫자를 부여하여 응답할 수 있도록 하였다. 이렇게 밝기 응답을 한 후에는 장치 밖에서 내부를 보지 못하도록 다시 눈을 감은 상태에서 장치 내부를 관찰할 준비를 하도록 지시하였다. 관찰자가 눈을 감은 상태에서 다음 시행을 할 준비를 마치면 실험자가 Disk 영역에 제시된 색편을 교체한 후에 관찰자로 하여금 눈을 뜨고 동일한 절차를 수행하도록 하였다. 이처럼 관찰자가 자극을 관찰할 때와 면셀 무채색 척도를 보며 밝기에 대한 응답을 할 때를 제외하고 계속 눈을 감고 있도록 한 것은, 장치에 대한 정보가 밝기 지각에 미칠 수 있는 영향을 최소화하기 위한 것이었다. 본시행에서 관찰자가 관찰하는 Disk 색편의 제시 순서는 N3-N7-N5 혹은 N7-N3-N5의 두 가지 순서 중 한 가지였으며, 각 관찰자는 이 두 조건 중 하나의 순서대로 각 색편을 1 회씩 관찰하게 된다. 실험 과정에서는 Disk 영역의 밝기만 변화시켰고 Ganzfeld의 밝기는 동일하게 유지하였다.

결과 및 논의

Disk와 Ganzfeld 각 영역에 대한 색이름 응답과 면셀 무채색 척도를 이용한 밝기 응답결

표 1. 실험 1의 Disk와 Ganzfeld에 대한 색이름 응답과 밝기 평정 결과_Disk에 N3을 제시한 경우

Disk의 색이름 반응	Ganzfeld의 색이름 반응	Disk의 밝기 선택 반응	Ganzfeld의 밝기 선택 반응
회색	하얀색	3.5	7
진한 회색	흰색	5.5	8
진회색	연회색	4.5	7.5
어두운 회색	하얀색	4.5	7.5
회색	흰색	4	9
진한 회색	흰색	4	8
회색	흰색	4	9.5
진한 회색	엷은 회색	5	9.25
회색	흰색	4	9
평균 (표준편차)		4.33(0.61)	8.31(0.90)

과를 Disk 색편 제시 조건별로 표 1과 2에 제시하였다.

표 1에 나타난 것처럼, Disk 영역에 N3이 제시된 경우에는 Disk에 비해 상대적으로 고명도를 지니게 되는 Ganzfeld에 대해서 총 9명 중 7명이 흰색 혹은 하얀색이라고 응답했다. 또한 Disk에 N7이 제시된 경우, 표 2에서와 같이 고명도 영역인 Disk 역시 모두 (밝은) 흰색과 하양이라는 응답이 나타났다. 이러한 색이름 응답 결과들은 HLR을 지지해주는 증거라 할 수 있다. 즉 Disk-Ganzfeld가 각각 N3-N5 그리고 N7-N5로 제시된 경우 모두에 있어서 더 큰 밝기를 가지는 영역이 대부분 흰색 혹은 하양으로 지각되는 것이다.

또한 면셀 무채색 척도를 이용한 밝기 평가

4) N7 Disk 조건에서 나타나는 Luminous(현란한) 반응은 Disk와 Ganzfeld의 두 영역 중 특정 영역이

표 2. 실험 1의 Disk와 Ganzfeld에 대한 색이름 응답과 밝기 평정 결과_Disk에 N7을 제시한 경우.

Disk의 색이름 반응	Ganzfeld의 색이름 반응	Disk의 밝기 선택 반응	Ganzfeld의 밝기 선택 반응
흰색	회색	9	7
밝은 흰색	흰색	9.25	7.75
흰색	연회색	9.25	7.5
하얀색	어두운 하얀색	8	7.5
흰색	흰색	9.25	8
흰색 / Luminous ⁴⁾	흰색	9.5 / Luminous	9
흰색 / Luminous	흰색	9.5 / Luminous	9.5
흰색	연한 회색	9.5	9
흰색	회색	9.25	7
평균 (표준편차)		9.17(0.47)	8.03(0.92)

결과 Disk에 제시된 색편이 N3일 때 Ganzfeld에 대한 밝기 평정치는 8.3으로 나타났고, Disk 색편이 N7일 때의 Disk는 9.2로 나타났다. 이민영(2004) 등의 연구에 따르면, 먼셀 무채색 척도상의 밝기는 크게 흰색, 밝은 회색, 회색, 어두운 회색, 검정으로 유목화 될 수 있

조명을 받고 있는 물체 표면이 아니라 스스로 빛을 발하고 있는 것으로 지각되는 경우를 말한다. 관찰자가 어떤 영역에 대하여 9.5 이상의 밝기 선택 반응을 한 경우에 실험자가 특정 영역이 빛을 받고 있는 물체 표면으로 지각되는지 혹은 스스로 빛을 발하고 있는 것으로 지각되는지를 물어보고 이에 대해 스스로 빛을 발하는 것처럼 보인다고 응답한 경우 Luminous로 기록하였다.

으며, 밝은 회색과 흰색을 구분짓는 경계는 N8.5인 것으로 나타났다. 본 연구 결과에서 관찰자들이 N3의 Disk 자극이 제시되었을 때 Ganzfeld의 밝기를 N8.3으로 평가한 것은 Ganzfeld 자극을 밝은 회색으로 지각한 것으로도 볼 수 있으나, 이것이 밝은 회색과 흰색의 경계에 근접해 있는 수치이며, 색이름 응답으로는 대부분 흰색 혹은 하양의 응답이 나왔으므로, 실험 1의 결과 역시 HLR을 지지하는 것으로 볼 수 있다. 이상의 실험 결과를 Li와 Gilchrist(1999)가 수행한 기존 연구 결과와 비교한 것이 그림 6에 제시되어있다.

기존 연구에는 본 실험에서 사용한 것과 같은 Disk(N7)-Ganzfeld(N5) 조건이 없었으므로 위의 상황만을 비교하였다. 기존 연구와 본 실험 모두에서 Disk-Ganzfeld 두 영역이 각각 실제 명도에 비해 밝게 지각되었다. 그러나 두 실험 각각에 있어서의 밝기 평정치 사이에 약간의 차이가 나타나는데, 이러한 차이는 실제로 본 연구에서 사용된 자극이 기존 연구에서 사용된 자극에 비해 Disk 영역에는 명도 0.5만

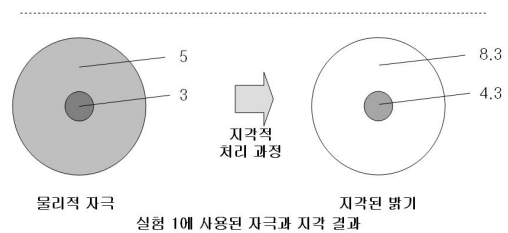
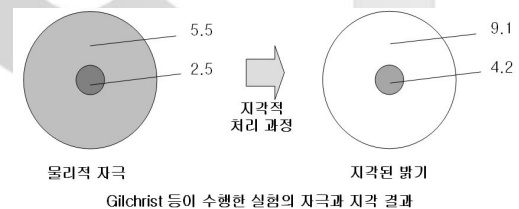


그림 6. 실험 1과 기존 연구에서 사용된 자극과 결과의 비교

큼 더 밝은 자극을 그리고 Ganzfeld에 있어서는 명도 0.5만큼 어두운 자극을 사용했기 때문에 나타난 것으로 해석할 수 있다. 이러한 차이에도 불구하고, 본 실험 결과에서 나타나는 Disk - Ganzfeld에 대한 색이름 응답과 밝기 평정 결과를 모두를 고려하면, 본 실험 결과에서도 두 자극 제시 영역 중 더 큰 휘도를 가지는 영역을 흰색으로 지각하는 HLR에 부합하는 결과가 나타났다고 볼 수 있다.

실험 1의 결과에서 확인해보아야 할 Li와 Gilchrist(1999)가 제안한 또 다른 밝기 지각 원리는 AR이다. 실험 1에서 AR이 나타났는지의 여부는 N3 Disk와 N7 Disk 조건에서의 Disk와 Ganzfeld 각 영역에 대한 밝기 지각 차이를 토대로 검증해 볼 수 있다. N3와 N7의 Disk 자극은 모두 N5의 밝기를 지니고 있는 Ganzfeld와 먼셀 명도로 두 단위의 밝기 차이가 나는 자극들이다. 따라서 양 조건에서 Disk와 Ganzfeld간 지각적 밝기 차이는 거의 동일할 것으로 예상할 수 있다. 그러나 Disk에 N7이 제시된 경우에는 명도 N5인 Ganzfeld 영역이 더 낮은 휘도를 가지면서 동시에 시야의 50% 이상을 채우게 되기 때문에 AR이 적용될 수 있다. 즉 Ganzfeld가 시야의 50%를 채우지 못하는 면적을 차지하고 있을 경우에 비해 더 밝게 지각되게 되므로 AR에 따르면 Ganzfeld의 밝기가 Disk의 밝기인 N7의 방향으로 상향 이동하게 된다. 따라서 실제로는 N5의 Ganzfeld와 유사한 밝기 차이를 나타내는 N3, N7의 두 자극이 Disk에 제시되어도, 각 조건에 있어서 Disk-Ganzfeld 간 지각된 밝기 차이는 Disk에 N7이 제시된 경우에 더 작게 나타날 것이다. Disk 제시 색편 조건별로 얻어진 Disk와 Ganzfeld에 대한 밝기 평정 결과가 그림 7에 제시되어 있다. 그림 7을 살펴보면 Disk에 N3

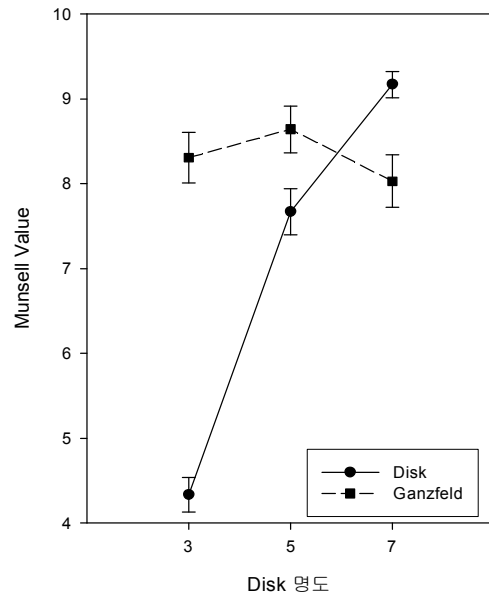


그림 7. 실험 1의 Disk 제시 색편 조건별 Disk와 Ganzfeld에 대한 밝기 평정치

가 제시된 경우에 비하여 N7이 제시된 경우에 두 영역간 밝기 차이가 더 작게 나타나는 것을 확인할 수 있다.

이러한 차이의 감소가 통계적으로도 유의미한 것인지 알아보기 위하여, Disk 제시 색편이 N3와 N7인 각 조건에서 Disk와 Ganzfeld 간 밝기 차이값을 구하여 대응 표본 *t*-test를 실시한 결과, Disk에 N7이 제시되었을 경우의 Disk-Ganzfeld 간 밝기 차이가 Disk에 N3가 제시되었을 경우보다 유의미하게 작은 것으로 나타났다($t(8) = 5.38, p < .01$). 따라서 본 실험 장치를 이용한 무채색에 대한 밝기 지각 실험에서도 Li와 Gilchrist가 주장한 AR을 지지하는 결과가 나타난 것을 확인할 수 있었다.

AR을 검증하기 위한 보다 직접적인 방법은 Li와 Gilchrist(1999)가 사용했던 방법과 마찬가지로 Disk-Ganzfeld 형태로 제시된 자극 중 저

명도를 가지는 영역의 면적을 변화시켜 가면 서, 저명도 영역의 면적이 전체 시야의 50% 이상을 채우는 조건에서 밝기가 증가하는 현상을 발견하는 것이다. 그러나 본 연구에서는 이러한 AR을 발견하는 것에 목적이 있는 것이 아니라, 기존의 연구 결과를 이용하여 장치의 타당성을 검증하는 것에 목적이 있으므로 앞서와 같이 AR이 나타남을 가정할 경우 예상할 수 있는 Disk-Ganzfeld간 밝기 차이의 패턴이 본 연구 결과에서도 나타나는지를 살펴봄으로써 AR의 성립 여부를 확인하였다.

실험 1에서는 자극에 대한 밝기를 평가하는 과정에서, 기존 연구(Li & Gilchrist, 1999)에서 사용한 것과 동일한 방식의 응답 방법을 사용하였다. 즉 관찰자로 하여금 Disk - Ganzfeld 자극 각각의 밝기를 기억하도록 한 후, 먼셀 무채색 척도상에서 동일한 밝기를 가지는 색편을 찾으려 하였다. 그러나 이러한 응답 방법은 다음과 같은 문제점들을 안고 있다. 첫째는 자극을 관찰하는 상황과 먼셀 무채색 척도를 관찰하는 상황의 조명 조건이 서로 다르다는 점이다. 이렇게 다른 조명 조건을 사용한 것은 관찰자가 자신이 기억하고 있는 밝기와 동일한 밝기를 가지고 있는 색편을 찾는 것을 방해하게 된다. 둘째로 이 응답 방법은 관찰자에게 제시된 자극의 밝기를 기억하고 있어야 하는 부담을 주는 방법이었다. 셋째는, 자극을 관찰한 후에 밝기 평정을 하기 위해서 장치 밖으로 몸을 이동시키거나 머리를 빼고 넣는 과정을 반복해야 한다는 점이다. 따라서 보다 안정된 응답을 받을 수 있도록 관찰자의 밝기 응답 방법을 개선한 실험을 수행해야 할 필요가 제기되었다.

실험 2. 조명의 광량을 낮춘 상태에서

유채색 자극의 제시

실험 2에서는 HLR과 AR이 실험 1과는 상이한 조명 조건에서도 성립하는지를 확인하기 위하여, 실험 1에 비해 낮은 광량의 조명 조건을 사용하였다. 실험 2에서 측정된 Ganzfeld의 휘도가 실험 1에서의 측정치의 절반에 해당하도록 조명의 강도를 낮추었으며, 이처럼 서로 분명한 차이를 나타내는 두 가지 조명 조건이 HLR과 AR에 어떠한 영향을 미치는지를 확인하고자 하였다. 또한 본 연구의 주된 목적인, 유채색이 포함된 자극 상황에서의 두 가지 밝기 지각 원리의 성립 여부 확인을 위하여, 무채색 Disk 자극 제시 조건과 함께 유채색 Disk 자극 제시 조건을 실험에 포함하였다. 끝으로, 실험 2에서는 실험 1에 대한 논의에서 지적되었던 응답 방식의 문제점을 개선하기 위하여 밝기 척도를 학습하는 과정을 추가하였다.

방 법

참가자 고려대학교 학부생 60명이 실험에 참여하였다. 모든 실험 참가자는 정상적인 시력과 색 감각을 지니고 있었으며, 전문적 색채 교육을 받지 않았다.

자극 및 도구 실험 2에 사용된 실험 장치는 실험 1에서 사용한 것과 동일한 Disk-Ganzfeld 실험 장치였다. 다만 조명의 광량을 낮추기 위해서 네 개의 램프 중앙에 각각 가로 8cm*8cm의 백색 종이를 부착시켰다. 이렇게 조명을 낮춘 상태에서의 N5 Ganzfeld의 휘도는 60.2cd/m^2 로 측정되었다. Disk 영역에 제시되는 무채색편과 유채색편으로는 표 3에 제시된 것

표 3. 실험 2에 사용된 무채색과 유채색 Disk 색편

무채색	N3	N5	N7
	5R 3/8	5R 5/8	5R 7/8
	5Y 3/4	5Y 5/4	5Y 7/4
유채색	5G 3/8	5G 5/8	5G 7/8
	5B 3/8	5B 5/8	5B 7/8
	5P 3/8	5P 5/8	5P 7/8

과 같은 18개의 자극이 사용되었다. 이 색편들 역시 가로*세로 10cm*10cm의 크기로 제작된 색편들이었다.

노랑을 제외한 나머지 색편들은 채도를 8로 고정시켰으며, 노랑의 경우에는 명도 3, 5, 7에 해당하는 색편을 실험에 사용하기 위해서 채도를 4로 낮추었다. 실험 2에서 사용되는 밝기 척도 학습 과정에서는 먼저 무채색 척도 중 명도 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 9.5에 해당하는 10장의 색편 각각을 반사율 19.8%인 중간 회색 판에 붙인 자극을 사용하였다. 실험 1에서 응답에 사용된 무채색편이 19개였음에 비해, 실험 2의 밝기 척도 학습 과정에서 10개의 무채색 색편만을 사용한 것은, 지나치게 세분화된 밝기 척도를 사용하는 것이 학습을 방해할 수 있었기 때문이며, 실험 1의 결과 36회의 밝기 평정치 중 6회의 밝기 평정치를 제외한 나머지 응답 모두 먼저 명도 척도 0.5단위로 나타났기 때문에, 0.5단위로 구분된 10장의 무채색 색편을 밝기 척도 학습 과정에 사용하였다.

절차 관찰자가 실험 2에서 수행하는 과제의 내용은 실험 1과 동일하였다. 즉 실험 2에서도 관찰자들은 Disk-Ganzfeld 각 영역에 대하여 먼저 색이름 응답을 한 후, 두 영역의 밝기를

평정하는 과제를 수행하였다. 그러나 실험 2에서는 실험 1에서 사용했던 것과는 다른 밝기 평정 절차를 사용하였다. 실험 1에서는 관찰자가 Disk-Ganzfeld 영역을 관찰한 후 각 영역의 밝기를 기억하여, 먼저 무채색 색편 중에서 동일한 밝기를 가지는 색편을 찾으려 하였다. 그러나 실험 2에서는 관찰자에게 밝기 척도를 사전에 학습시키고, Disk-Ganzfeld 자극을 관찰하면서 밝기를 평정하도록 하였다. 따라서 관찰자는 응답을 위한 이동을 할 필요가 없었고, 또한 목표자극을 기억해야 하는 부담도 없었다.

관찰자에게 밝기 척도를 학습시키는 과정은 다음과 같다. 먼저 밝기 척도 학습 과정에 사용되는 열 장의 색편 중 명도 1과 9.5에 해당하는 색편을 보여준 뒤, 나머지 색편들을 하나씩 임의의 순서로 제시하였다. 제시된 색편의 명도를 관찰자가 짐작으로 맞추도록 하여, 만약 맞게 응답하면 정답이었음을 알려주고 틀린 답을 응답하면 제시한 색편과 함께 관찰자가 말한 명도에 해당하는 색편을 함께 보여 주어 특정 명도에 해당하는 색편의 밝기를 학습할 수 있도록 하였다. 전체 색편을 임의의 순서대로 보여주며 이러한 과정을 10회 가량 반복하였다. 관찰자가 밝기 척도에 대하여 충분한 학습을 했는지를 확인하기 위하여, 틀린 답을 응답하여도 정답을 보여주지 않고 답이 맞았는지의 여부만 가르쳐주는 시행을 반복하였다. 이러한 과정에서 관찰자가 전체 색편에 대하여 2회 연속 90% 이상의 정답률을 보이게 되면 밝기 평정 척도에 대한 충분한 학습을 했다고 간주하고 본 실험을 진행하였다. 만약 관찰자의 정답률이 90%에 미치지 못하면, 밝기 척도를 학습하는 과정을 추가로 수행하고 다시 학습 여부를 확인하여, 90% 이상

의 정답률이 나올 수 있도록 하였다.

실험 2에서는 무채색편과 함께 유채색편을 Disk 자극으로 관찰자에게 제시하였으며 제시 순서는 각 색상별로 4가지 조건이 있었다. 조건 1과 2에서는 무채색 Disk를 제시한 후에 유채색 Disk를 제시하였으며, 조건 3과 4에서는 유채색 Disk를 먼저 제시하였다. 무채색과 유채색 Disk 자극 제시 순서를 빨강의 예를 들어 표 4에 제시하였다.

60명의 관찰자를 각각 조건 1, 2, 3, 4 중 한 조건에 할당하였으며, 예를 들어 조건 1에 속한 관찰자는 <N3 - N7 - N7 - N3 - N5 - 5R 3/8 - 5R 7/8 - 5R 7/8 - 5R 3/8 - 5R 5/8>의 순서로 색편을 관찰하게 된다. 위와 같은 순서로 색편을 관찰하면서 Disk - Ganzfeld 각 영

역에 대한 색이름 응답을 먼저 한 후, 밝기 척도 학습 과정에서 익힌 척도를 이용하여 Disk - Ganzfeld 각 영역의 밝기를 숫자로 응답하도록 하였다. 제시된 자극의 밝기가 밝기 척도 학습 과정에서 익힌 연속된 두 척도의 중간에 해당하는 밝기를 가지고 있다고 생각할 경우, 소수 자리를 이용하여 밝기를 응답할 수 있도록 하였다. 또한 밝기 척도 학습과정에서 보았던 명도 9.5에 해당하는 밝기보다 더 밝은 자극이 관찰될 경우 9.5보다 큰 숫자를 이용하여 응답할 수 있도록 하였다.

결과 및 논의

실험 2에 대한 결과 분석은 크게 세 부분으로 이루어져 있다. 먼저 결과 분석 1에서는 조명 조건이 HLR과 AR에 미치는 영향을 알아보기 위하여, 유채색 조건을 제외하고 무채색이 Disk 자극으로 제시된 조건에서의 Disk-Ganzfeld 각 영역에 대한 색이름 응답과 밝기 평정치를 분석하였다. 결과 분석 2에서는 중앙에 유채색이 포함된 자극 제시 조건에서도 두 가지 밝기 지각 법칙이 무채색 Ganzfeld의 밝기 지각에 적용되는지를 확인해 보았다. 결과 분석 3에서는 Disk 영역에 제시된 동일 명도의 무채색 자극과 유채색 자극의 밝기 지각 특성을 비교해 보았다.

표 4. 실험 2에 사용된 Disk 색편 제시 순서의 예

제시 순서	1	2	3	4	5
조건 1 무채색 Disk	N3	N7	N7	N3	N5
유채색 Disk	5R 3/8	5R 7/8	5R 7/8	5R 3/8	5R 5/8
조건 2 무채색 Disk	N7	N3	N3	N7	N5
유채색 Disk	5R 7/8	5R 3/8	5R 3/8	5R 7/8	5R 5/8
조건 3 유채색 Disk	5R 3/8	5R 7/8	5R 7/8	5R 3/8	5R 5/8
무채색 Disk	N3	N7	N7	N3	N5
조건 4 유채색 Disk	5R 7/8	5R 3/8	5R 3/8	5R 7/8	5R 5/8
무채색 Disk	N7	N3	N3	N7	N5

결과 1) 무채색 Disk 조건에서의 색이름 반응과 밝기 평정 반응

본 연구에 사용된 Disk-Ganzfeld 자극 중 Ganzfeld는 모든 시행에서 동일한 밝기 수준을 가지고 있다. 따라서 실험 과정에서 Ganzfeld의 밝기가 변하지 않는다는 사실을 관찰자들이

알게 될 수 있다. 실험 자극에 대한 이러한 정보는 관찰자가 색이름과 수치로서 밝기 평정을 하는 과정에 영향을 미칠 수 있다. 예를 들어, Ganzfeld의 밝기가 이전 시행에 비해 더 밝아 보이는 경우에도, Ganzfeld의 밝기가 변하지 않는다는 지식을 가지고 있을 경우에는, Ganzfeld에 대한 밝기 평정치가 이전 시행에 비해 높게 나타나지 않을 수 있다. 따라서 이러한 영향을 배제한 상태에서 결과를 분석하기 위해서 특정 무채색 Disk 색편이 각 관찰자에게 처음으로 제시되는 조건의 응답만을 분석대상으로 삼았다. 예를 들어 Disk 색편이 N3일 경우의 Ganzfeld에 대한 밝기 지각을 확인하기 위해서는, 앞서 표 4에 제시된 자극 제시 조건 중 N3 Disk가 무채색 시행에서 가장 먼저 등장하는 조건인 조건 1과 3에 해당하는 관찰자의 첫 응답만을 분석대상으로 삼았다. 마찬가지로 N7 Disk 조건에서의 Ganzfeld에 대한 밝기 지각 특성을 확인하기 위해 사용된 자료는 표 4의 조건 2와 4에 해당하는 관찰자들의 N7 Disk 조건에 대한 첫 번째 응답이었다. 이러한 조건에 해당하는 응답 결과들을 모아 N3 Disk 조건과 N7 Disk 조건으로 나누어 부록 I-1과 I-2에 각각 제시하였다.

부록 I-1을 살펴보면, N3 Disk가 제시된 경우 Ganzfeld에 대한 색이름 응답은 총 30명의 응답 중 4명의 응답을 제외한 나머지 응답 결과가 모두 (수식어를 포함한) 흰색 혹은 하얀색이었다. 이에 대한 밝기 평정치의 평균은 8.6으로 나타났다. 또한 부록 I-2에서 N7 Disk가 제시된 경우의 Disk 자극에 대한 색이름 반응 역시 총 30명의 응답 중 3명의 응답을 제외하고는 모두 (수식어를 포함한) 흰색 혹은 하양이었다. 이때의 밝기 평정치 평균은 9.2로 나타났다. 이러한 결과는 조명의 강도를

낮춘 실험 2에서도 실험 1에서와 마찬가지로 여전히 HLR이 성립함을 보여준다.

실험 2에서도 무채색 밝기 지각에 AR이 적용되는지를 확인하기 위하여 실험 1과 마찬가지로 Disk 영역에 N3와 N7이 제시된 각 조건에서의 Disk-Ganzfeld간 밝기 평정치 차이를 비교하였다. 조명의 광량을 낮춘 실험 2에서도 무채색 Ganzfeld에 대한 밝기 지각에 AR이 적용된다면, Disk에 N3가 제시된 경우에 비해서 N7이 제시되었을 때 Disk-Ganzfeld 간 밝기 차이가 더 작게 나타날 것으로 기대할 수 있다. Disk 제시 색편 조건별로 얻어진 Disk와 Ganzfeld에 대한 밝기 평정 결과가 그림 8에 제시되어 있다. 그림 8을 살펴보면 Disk에 N3가 제시된 경우에 비하여 N7이 제시된 경우에 두 영역간 밝기 차이가 더 작게 나타나는 것을 확인할 수 있다.

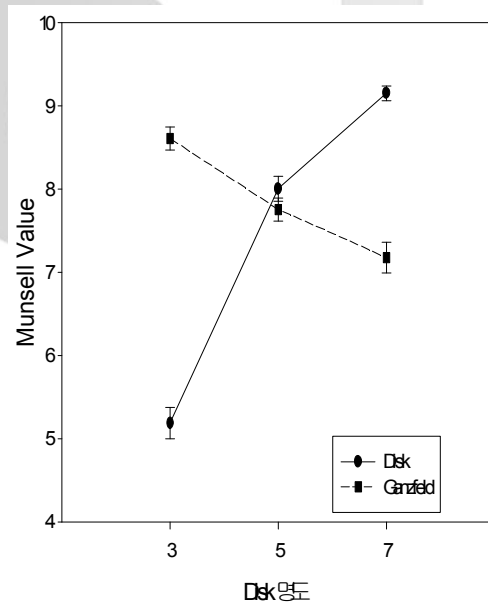


그림 8. 실험 2의 무채색 Disk 제시 조건별 Disk와 Ganzfeld에 대한 밝기 평정치

이러한 차이의 감소가 통계적으로도 유의미한 것인지 알아보기 위하여, Disk 제시 색편이 N3와 N7인 각 조건에서 Disk와 Ganzfeld 간 밝기 차이값을 구하여 대응 표본 *t*-test를 실시한 결과, Disk에 N7이 제시되었을 경우의 Disk - Ganzfeld 간 밝기 차이가 Disk에 N3가 제시되었을 경우보다 유의미하게 작은 것으로 나타났다($t(59) = 6.19, p < .01$).

이상의 결과는 실험 2에 사용된 조명의 광량이 실험 1에 사용된 조명 광량에 비해 더 낮은 것이었지만, 실험 2에서도 실험 1과 마찬가지로 두 가지 밝기 지각 범칙들이 무채색 자극들에 대한 밝기 지각 과정에 적용 가능함을 보여준다. 따라서 HLR과 AR은 조명의 광량 변화에도 불구하고 안정적으로 성립함을 확인할 수 있었다.

결과 2) 유채색 Disk 조건에서의 색이름 반응과 밝기 평정 반응

유채색 Disk 자극이 제시된 조건에서도 HLR과 AR이 무채색 Ganzfeld에 대한 밝기 지각에 적용될 수 있는지를 확인하는 것이 실험 2의 주목적이었다. 먼저 HLR을 확인하기 위하여, Ganzfeld에 비해 낮은 명도를 지니는 유채색 자극이 Disk 영역에 제시된 경우의, Ganzfeld에 대한 색이름 응답과 밝기 평정 결과를 살펴보았다. HLR이 유채색 Disk 조건에서도 성립한다면, 저명도 유채색 Disk가 제시된 경우의 Ganzfeld에 대한 색이름으로 흰색 혹은 하양이라는 응답이 주로 나타날 것이며, 밝기 평정치 역시 흰색에 가깝게 나타날 것이다. 이를 확인하기 위하여 표 4의 자극 제시 조건 중, 각 색상별로 저명도 유채색 Disk 색편이 첫 시행으로 제시되는 조건인 조건 2와 3의 유채

색 첫 번째 시행 자료만을 분석하였다. 이러한 자료의 분석 결과를 각 색상별로 부록 II-1에 제시하였다. 유채색편이 Disk에 제시된 경우에도 Disk 영역의 명도가 3으로 Ganzfeld보다 낮은 경우에는, Ganzfeld에 대한 색이름 응답으로 대부분 흰색 혹은 하양이 나타났다. 즉 총 30명의 응답자 중 5명을 제외한 나머지 응답자들은 Ganzfeld에 대해 (수식어를 포함한) 흰색 혹은 하양이라고 응답하였으며, 밝기 평정치 역시 전체 색상을 평균하여 8.31(0.91)로 높게 나타났다. 이러한 결과는 Disk 색편이 무채색이든 유채색이든지에 관계없이 저명도 Disk - 고명도 무채색 Ganzfeld 조건에서는 Ganzfeld에 대한 밝기 지각이 흰색쪽으로 밝게 이루어지는 것을 의미한다.

또한 표 4의 자극 제시 조건 중 각 색상별로 고명도 유채색 Disk 색편이 첫 시행으로 제시되는 조건인 조건 2와 4의 유채색 첫 번째 시행 자료에 대한 분석 결과를 각 색상별로 부록 II-2에 제시하였다. 고명도 유채색 Disk 자극이 제시된 경우, Ganzfeld 영역에 대한 색이름 응답으로는 총 30명의 응답자 중 13명이 (수식어를 포함한)흰색이라고 응답하였으며, 14명이 회색 그리고 3명이 에메랄드, 하늘색, 에버그린으로 응답하였다. 또한 밝기 평정치 역시 7.45(1.30)로 실험 1에 비해 유의미하게 낮아진 것으로 나타났으며($t(58) = 2.98, p < 0.01$) 이러한 결과는 동일한 휘도를 지니고 있는 Ganzfeld 자극이 중앙에 제시된 Disk 자극의 명도에 따라 각각 다른 색이름 응답과 밝기 평정치를 부여받음을 보여준다. HLR은 최고 휘도를 지니는 자극을 흰색으로 지각하는 것에 관한 원리이므로, 고명도의 유채색 Disk 자극이 제시된 조건에서는 Ganzfeld 지각에 HLR의 적용 여부를 직접적으로 확인할 수

가 없으나, 본 실험 결과를 통해 저명도 유채색 Disk - 고명도 무채색 Ganzfeld 조건에서는 HLR이 적용됨을 확인할 수 있었다.

HLR에 대한 확인과 더불어, AR의 성립 여부를 확인하기 위하여 Disk 영역에 고명도(명도 7) 유채색편이 제시된 경우의 Disk-Ganzfeld 간 밝기 차이가 저명도(명도 3) Disk 조건에서의 Disk-Ganzfeld간 밝기 차이보다 작게 나타나지를 확인해보았다. 명도 3과 명도 7의 유채색 Disk가 사용된 경우에 Disk-Ganzfeld간 밝기 평정치의 차이를 대응 표본 *t*-test를 통해 확인한 결과가 표 5에 제시되어 있으며, Disk에 유채색이 포함된 상황에서도 저명도 유채색 Disk 조건에서보다 고명도 유채색 Disk 조건에서의 Disk-Ganzfeld 밝기 차이가 유의미하게 작은 것으로 나타났다.

이상의 결과는 Disk 자극이 유채색인 경우에도 Ganzfeld에 대한 밝기 지각에 있어 Li와 Gilchrist가 제안한 두 가지 밝기 지각 원리가 모두 성립함을 보여주는 것이다.

표 5. 유채색 Disk의 명도 조건에 따른 Disk-Ganzfeld간 밝기 평정치 차이

	Disk 명도 3인 조건에서의 밝기 평정치 차이의 평균과 표준편차	Disk 명도 7인 조건에서의 밝기 평정치 차이의 평균과 표준편차	<i>t</i> (11)
빨강	2.70(1.53)	1.42(0.87)	2.76*
노랑	3.56(0.92)	1.45(0.56)	6.25**
초록	2.53(1.08)	1.35(0.74)	2.60*
파랑	2.69(1.30)	1.38(0.74)	2.48*
보라	2.40(0.94)	1.55(0.65)	2.46*

* *p* < .05, ** *p* < .01

결과 3) 무채색 Disk와 유채색 Disk에 대한 밝기 지각 특성 비교

본 실험의 세 번째 목적은 고정된 밝기를 지니는 무채색 Ganzfeld 속에 제시된 동일 명도의 무채색과 유채색 Disk 자극에 대한 밝기 지각 특성을 비교하는 것에 있다. Disk-Ganzfeld 자극 제시 형태는 서론에서 언급한 것과 같이 관찰 자극을 제시하는 가장 단순한 방법 중 하나이다. 이러한 자극 제시 조건에서는 동일한 명도를 지니는 무채색과 유채색 Disk에 대한 밝기 평정 과정에 영향을 미칠 수 있는 주변 자극의 영향을 최소화 수 있다. 실험 2에서 얻어진 무채색과 유채색 Disk에 대한 밝기 평정치를 각 색상조건별로 나타낸 것이 그림 9, 10, 11, 12, 13에 제시되어있다.

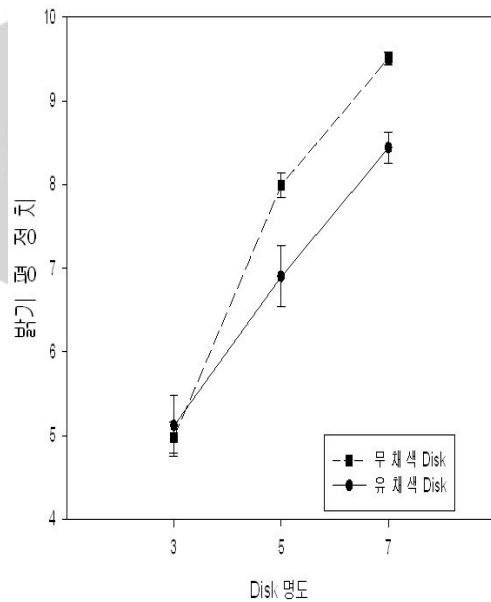


그림 9. 실험 2의 Disk 색상이 빨강인 조건의 유채색과 무채색 Disk 밝기 평정치

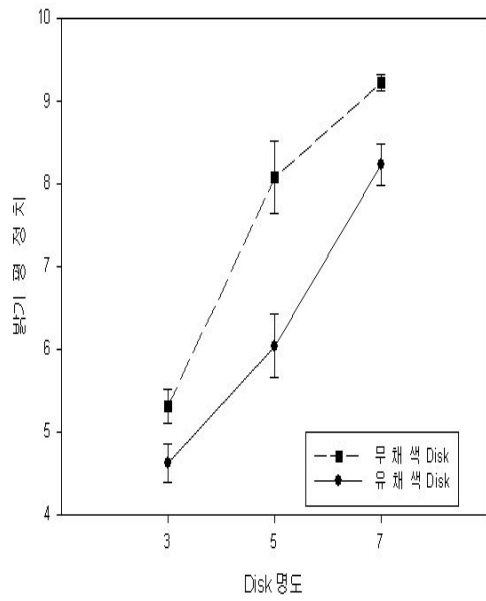


그림 10. 실험 2의 Disk 색상이 노랑인 조건의 유채색과 무채색 Disk 밝기 평정치

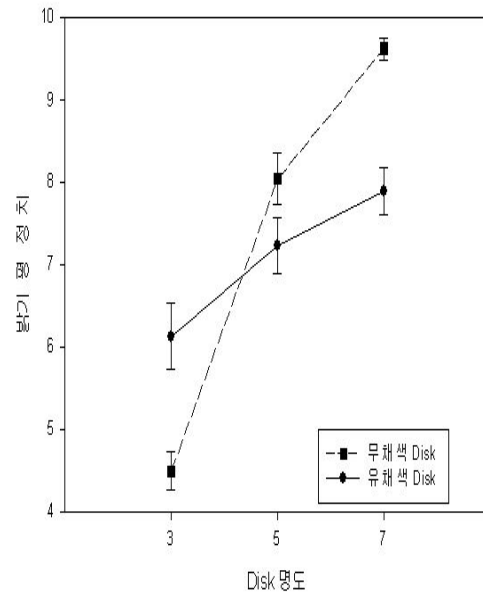


그림 12. 실험 2의 Disk 색상이 파랑인 조건의 유채색과 무채색 Disk 밝기 평정치

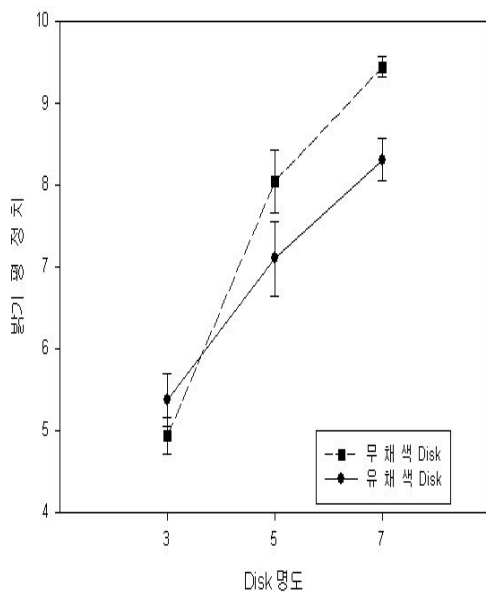


그림 11. 실험 2의 Disk 색상이 초록인 조건의 유채색과 무채색 Disk 밝기 평정치

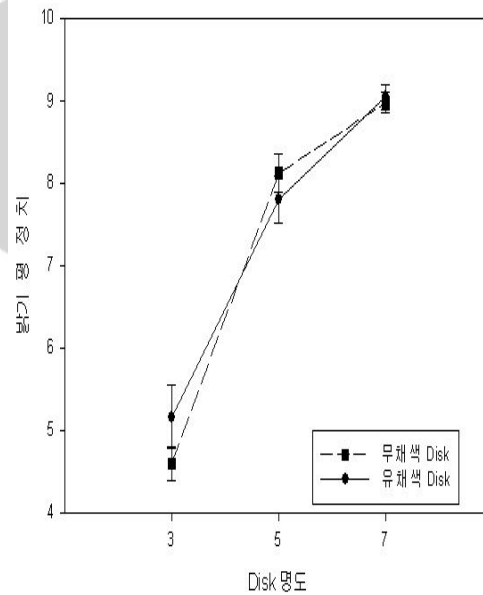


그림 13. 실험 2의 Disk 색상이 보라인 조건의 유채색과 무채색 Disk 밝기 평정치

그래프들을 살펴보면 그림 13의 보라의 경우에는 유채색에 대한 밝기 평정치가 무채색에 대한 밝기 평정치와 매우 유사한 것을 확인할 수 있다. 그러나 보라를 제외한 나머지 색상조건에서는 명도가 5와 7일 때, 무채색 Disk에 대한 밝기 평정치가 유채색 Disk의 밝기 평정치보다 크게 나타나는 것을 알 수 있다. 표 6에 제시된 바와 같이, Disk 명도가 5인 경우 무채색과 유채색 Disk에 대한 밝기 평정치 차이는 파랑과 보라를 제외하고는 모두 유의미하게 나타났다. 그러나 파랑의 경우에도 유의수준 0.1에서는 유의미한 통계량 $p = 0.07$ 이 산출되었으므로, 보라를 제외한 다른 유채색 자극들의 경우 전반적으로 명도 5와 7 조건에서는 무채색을 유채색에 비해 더 밝게 지각하는 현상이 나타났음을 확인할 수 있다. 그러나 파랑의 경우는 다른 유채색과는 다른 특성을 보이는데, 파랑색 Disk 제시 조건에서만 Disk 자극의 명도가 3인 조건에서 유채색 Disk와 무채색 Disk 간의 밝기 평정치가 유의미한 차이를 보였으며 ($t(11) = 3.42, p < 0.01$), 또한 실제 자극의 명도 변화에 따른 밝기 평정치의 변화도 파랑에서 가장 작게 나타났다. 파랑색 Disk 자극에서의 밝기 지각 결과가 다른 유채색 자극 조건과 상이하게 나타난 것은 명도 3인 파랑색 Disk 자극에 대한 밝기 평정치가 유달리 높게 나타났기 때문으로 볼 수 있으며, 이것은 보라를 제외한 다른 유채색과는 달리 파랑에 대한 밝기 지각에 무언가 다른 기제가 관여할 수 있음을 시사한다.

Disk 명도가 7인 경우의 유채색과 무채색 Disk 자극에 대한 밝기 평정치 차이가 표 7에 제시되어 있으며, 보라를 제외한 모든 색상 조건에서 무채색 Disk를 더 밝게 평가하는 것으로 나타났다.

표 6. 명도 5의 유채색과 무채색 Disk 자극에 대한 밝기 평정치 차이

	유채색 Disk의 평균(표준편차)	무채색 Disk의 평균(표준편차)	$t(11)$
빨강	6.90(1.26)	8.00(0.53)	3.20**
노랑	6.04(1.32)	8.08(1.53)	3.74**
초록	7.10(1.58)	8.05(1.31)	2.34*
파랑	7.23(1.20)	8.04(1.10)	2.04
보라	7.81(1.00)	8.13(0.81)	0.90

* $p < .05$, ** $p < .01$

표 7. 명도 7의 유채색과 무채색 Disk 자극에 대한 밝기 평정치 차이

	유채색 Disk의 평균(표준편차)	무채색 Disk의 평균(표준편차)	$t(11)$
빨강	8.44(0.85)	9.51(0.34)	5.44**
노랑	8.23(1.04)	9.23(0.32)	3.09*
초록	8.31(1.13)	9.45(0.59)	4.19**
파랑	7.90(1.34)	9.63(0.58)	3.62**
보라	9.05(0.66)	8.98(0.55)	-0.31

* $p < .05$, ** $p < .01$

이러한 결과를 통해 Disk - Ganzfeld 자극제시 조건 하에서 보라색 Disk 자극에 대한 밝기 지각 특성은 무채색 밝기 지각 특성과 매우 유사하며, 명도 5와 7 수준에서는 전반적으로 유채색에 비해 무채색을 밝게 지각함을 확인할 수 있었다.

종합 논의

Disk-Ganzfeld 자극 제시 방법을 이용하여, Li

와 Gilchrist(1999)가 제안한 HLR과 AR이 유채색을 포함한 자극 제시 상황에서도 성립할 것인가에 대한 의문에서 본 연구를 수행하게 되었다. 또한 본 연구를 통하여 이 두 법칙이, 조명 조건이 변화된 실험 조건에서도 안정적으로 성립하는 것인지를 확인하고자 하였다. 이러한 의문을 해결하기 위해서 Disk-Ganzfeld 형태의 자극 제시 장치를 제작하고 이 장치의 타당성을 검증한 것이 실험 1의 목적이었다. 실험 1에서는 실험 2에 사용된 것보다 강한 광량의 조명 조건이 사용되었으며, 자극에 대한 밝기 평가 과제뿐만 아니라 색이름 응답 과제도 함께 부여함으로써 Li와 Gilchrist가 제안한 법칙 중 HLR의 성립 여부를 색이름 측면에서도 살펴볼 수 있었다.

실험 1의 결과 Disk-Ganzfeld 자극 제시 조건에서 더 큰 휘도를 가지는 영역에 대해서 흰색과 하양이라는 색이름 응답이 주로 나왔으며 밝기 평정치 역시 흰색에 근접하게 나타났다. 이러한 실험 결과들은 HLR을 지지하는 것으로 해석할 수 있다. 그러나 관찰자들은 최대 휘도를 가지는 영역의 밝기를 면셀 무채색 척도상에서 가장 흰색에 해당하는 9.5로 응답하지 않고 상위의 여러 수준의 명도값으로 응답했다. 특히 명도 5와 명도 7에 해당하는 자극이 각각 최고 휘도를 갖는 자극으로 제시되었을 경우, 두 자극에 대해 대부분 흰색과 하양이라는 색이름 응답을 하지만, 명도 5인 자극의 밝기는 8.31로, 명도 7의 자극은 9.17로 평가하였다. 이러한 결과가 의미하는 바는 최고 휘도를 가지는 영역을 이상적 흰색과 같은 어떤 특정한 밝기의 흰색으로 지각하는 것이 아니며, 흰색이라는 색이름 범주에 속하는 여러 단계의 밝기 중 하나로서 지각한다는 것을 의미한다. 또한 이 과정에서 자극의 휘도에 비례

하는 방식으로 자극에 대한 밝기 지각이 일어난다는 것을 의미한다. Li와 Gilchrist 역시 'highest luminance as white rule'을 언급하면서 이때의 'white'가 이상적 흰색을 의미한다든지 혹은 어떤 특정한 밝기 수준을 의미한다고 밝힌 적은 없다. 그러나 준거점 설정 문제에 대한 해답으로서 HLR을 제시하기 위해서는 'white'의 의미를 보다 구체적으로 밝힐 필요가 있다. 따라서 앞으로는 최고 휘도를 갖는 영역이 각각의 휘도 수준에 따라 흰색에 해당하는 여러 단계의 밝기 중 어느 단계로서 지각되는지를 구체적으로 밝히기 위한 연구가 수행되어야 할 것이다.

실험 1에 사용된 것보다 약한 광량을 가지는 조명 조건을 사용한 실험 2에서도 무채색에 대한 밝기 지각에 HLR과 AR이 모두 적용됨을 확인할 수 있었다. 따라서 이 두 가지 법칙이 조명의 강도에 관계없이 성립하는 것임을 본 연구 결과를 통해 확인할 수 있었으며, 또한 실험 2의 결과, HLR과 AR은 중앙에 유채색 Disk 자극이 포함된 Disk-Ganzfeld 조건에서도 무채색 Ganzfeld의 밝기 지각을 잘 설명해주는 것으로 나타났다. 즉 Ganzfeld에 비해 낮은 명도의 유채색 색편이 Disk 자극으로 제시된 경우에도 Ganzfeld에 대한 색이름 응답으로 흰색과 하양이 주로 나타났으며, 밝기 평정치 또한 흰색에 가깝게 나타났다. 더불어 유채색 Disk 색편이 고명도인 경우와 저명도인 두 조건을 비교해 보았을 때, 고명도 Disk 조건에서의 Disk-Ganzfeld 간 밝기 차이가 더 작게 나타났으므로, 유채색 Disk가 포함된 조건에서도 무채색 Ganzfeld의 밝기 지각에 AR이 영향을 미쳤음을 확인할 수 있었다. 이상의 결과는 Li와 Gilchrist가 제안한 HLR과 AR이 유채색 Disk를 포함한 자극 제시 조건에서도 무채색

Ganzfeld에 대한 밝기 지각을 잘 설명해줄 수 의미한다. 실험 1과 실험 2의 결과를 종합해보면 Li와 Gilchrist가 제안한 HLR과 AR은 조명의 강도 변화와 유채색 포함여부에 관계없이 무채색에 대한 밝기 지각을 잘 설명해 준다고 할 수 있다. 따라서 본 실험의 결과를 토대로 HLR과 AR이 적용될 수 있는 범위를 넓힐 수 있을 것이다.

끝으로 실험 2의 결과 중 유채색과 무채색 Disk 자극에 대한 밝기 평정치를 비교한 내용을 살펴보면, 보라색 Disk에 대한 밝기 평정치는 동일 명도의 무채색에 대한 밝기 평정치와 매우 유사한 것으로 나타났다. 그리고 N5와 N7의 Disk 자극이 보라색 제외한 색상 영역에 해당하는, 명도 5와 7의 유채색 Disk 자극보다 밝게 지각되는 현상을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 동일 휘도의 무채색에 비해 유채색이 더 밝게 지각되는 Helmholtz-Kohlrausch 효과에 반대되는 것으로 볼 수 있다. Helmholtz-Kohlrausch 효과는 유채색 단색광과 백색광이 서로 동일한 밝기를 가지도록 두 자극 중 하나의 밝기를 조절하는 실험을 통해 밝혀졌다(Wyszecki & Stiles, 1967). Helmholtz-Kohlrausch 효과가 나타나는 원인은 아직 구체적으로 밝혀져 있지 않지만, Nayatani(1997, 1998)에 따르면, 유채색에만 존재하는 채도 속성이 유채색을 더 밝게 지각하게 만드는 역할을 하는 것으로 생각되고 있다. 특히 유채색의 채도가 증가할수록 밝기 역시 증가하는 현상이 발견되었으며, 이러한 채도의 영향이 나타나는 정도는 색상에 따라서 다른 것으로 밝혀졌다. 본 실험에서 사용된 자극들의 경우 노란색 자극의 채도는 4였으며, 나머지 유채색 자극의 채도는 8로 고정시켰기 때문에 채도 증가에 따른 밝기 증가 현상은 발견할 수 없었지만,

Helmholtz-Kohlrausch 효과대로라면, 본 실험의 결과 역시 기본적으로는 무채색 Disk 자극보다 유채색 Disk 자극이 밝게 지각되는 현상이 나타났어야 한다.

이러한 불일치는 밝기 지각에 관여하는 두 가지 상이한 기제 때문일 수 있다. 일반적으로 밝기 지각에 관여하는 두 가지 기준은 상대명도(lightness)와 백색도(whiteness)이다. 상대명도는 특정 물체 표면의 밝기를 동일한 조명 조건하에 있는 백색 표면과의 상대적인 비교를 통해서 지각하는 것을 의미한다(Fairchild, 1998). 백색도는 물체 표면의 흰색의 정도를 말하는 것이며(大田 登, 2003), 백색도에 의한 밝기 평정시에는 특정 자극에서 관찰되는 흰색의 포함 정도가 클수록 그 자극을 밝게 지각하게 된다. 동일한 물리적 밝기를 가지는 무채색과 유채색이 있을 경우 무채색의 밝기는 전적으로 흰색 포함정도에 의해 결정되는 반면, 유채색의 밝기는 흰색 포함 정도뿐만 아니라, 유채색을 함께 구성하고 있는 색상과 채도 속성에 의해서도 결정된다. 이때 유채색의 흰색 포함 정도는 색상과 채도 속성이 차지하는 비율만큼 동일 휘도의 무채색에 비해 적어지게 되므로, 백색도 평정치는 유채색에 비해 무채색에서 더 높게 나타난다. 즉, 동일 휘도의 무채색과 유채색에 대한 밝기 평정시에 백색도를 기준으로 평가한다면, 유채색보다 무채색을 더 밝게 평가할 것을 예상할 수 있다. 실험 2에서는 관찰자들이 자극의 밝기를 평가하기 전에 밝기 척도를 학습하도록 했는데, 이때 무채색 자극으로만 구성된 척도를 보며 밝기에 대한 개념을 학습하게 되므로, 백색도를 기준으로 한 밝기 평가에 익숙해질 수 있다. 따라서 관찰자들이 이후 유채색 Disk에 대한 밝기 평정시에도 백색도를 기준으로 평가를 하였기 때

문에, Helmholtz-Kohlrausch 효과와는 반대되는 실험 결과가 나타난 것일 수 있다. 그러나 이러한 결과는 반사율을 지니는 물체 표면과 단색광에 대해 상이한 밝기 지각 기준이 적용될 경우에도 나타날 수 있으며, 혹은 단순한 자극 제시 상황에서 일반 관찰자들이 상대명도보다 백색도를 기준으로 밝기를 평가하는 경향이 있음을 시사하는 것일 수도 있다. 이처럼 실험 2의 결과는 다양한 원인에 기인한 것으로 해석될 수 있으므로 이후 연구에서는 상대명도와 백색도 각각에 따른 밝기 평정이 가능한 실험 참가자를 통하여, 실험 2의 결과가 Helmholtz-Kohlrausch 효과와 반대되는 방식으로 나타난 이유를 분명히 해야 할 것이다.

본 연구에서는 유채색이 포함된 Disk - Ganzfeld 조건에서의 HLR과 AR을 검증하는 과정에서, 유채색 Disk 조건만을 사용했기 때문에 무채색 Disk-유채색 Ganzfeld 조건에서의 무채색 Disk에 대한 밝기 지각에도 HLR과 AR이 적용되는지를 확인할 수 없었다. 이러한 실험 조건을 포함시키지 못했던 것은 유채색 Ganzfeld를 색상별로 그리고 명도 수준별로 제시하는 것이 용이하지 않았기 때문이었다. HLR과 AR을 유채색 자극을 포함한 상황으로까지 확대 적용할 수 있다는 점을 보다 분명하게 밝히기 위해서는 이러한 자극 제시 조건을 포함한 실험이 추후에 이루어져야 할 것이다. 또한 Gilchrist 등(1999)은 두 가지 밝기 지각 원리가 복잡한 자극 상황에 적용되지 않음을 밝힌 바 있으나, 앞으로의 연구에서는 Disk-Ganzfeld 자극 제시 조건을 단계적으로 복잡하게 하는 과정을 통해 Li와 Gilchrist가 제안한 이론이 점차적으로 복잡해져가는 자극 상황 속에서 어느 수준까지 적용 가능한지를 확인할 필요가 있다.

참고문헌

- 이민영, 김영선, 오경기, 박현수, 구민모, 김인지, 오정주, 정경훈. (2004). 우리말 관용 색이름에 대한 색인지도 및 표준화 연구. 산업자원부 제출용 연구 용역 최종보고서, 12월 10일. 서울.
- 大田 登 (1993). 色彩工學 東京 東京電機大學 出版. (최석진, 신재철 역 (2003). 색채공학. 서울: 도서출판국제).
- Fairchild, M. D. (1998). *Color appearance models*. MA: Addison Wesley.
- Gilchrist, A. (1994). *Lightness, brightness, and transparency*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Gilchrist, A., & Bonato, F. (1995). Anchoring of lightness values in center/surround displays. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 21(6), 1427-1440.
- Gilchrist, A., Bonato, F., Agostini, T., Cataliotti, J., Li, X., Spehar, B., & Szura, J. (1999). An anchoring theory of lightness perception. *Psychological Review*, 106(4), 795-834.
- Helson, H. (1943). Some factors and implications of color constancy. *Journal of the Optical Society of America*, 33(5), 555-567.
- Helson, H. (1964). *Adaptation-level theory*. New York: Harper & Row.
- Lennie, P., Pokorny, J. & Smith, VC. (1993). Luminance. *Journal of the Optical Society of America*, 10(6), 1283-1293.
- Li, X., & Gilchrist, A. (1999). Relative area and relative luminance combine to anchor surface lightness values. *Perception & Psychophysics*, 61(5), 771-785.
- Nayatani Y. (1997), Simple estimation methods for

- the Helmholtz-Kohlrausch effect, *Color Res. Appl.* 22(6), 385-401.
- Nayatani Y. (1998), A Colorimetric Explanation of the Helmholtz-Kohlrausch effect, *Color Res. Appl.* 23(6), 374-378.
- Schiffman, H. R. (1996). *Sensation and perception*. Ca: John Wiley & Sons.
- Wallach, H. (1948). Brightness constancy and the nature of achromatic colors. *Journal of Experimental psychology*, 38(2), 310-324.
- Wallach, H. (1976). *On perception*. New York: Quadrangle/The New York Times Book Co.
- Wyszecki, G., & Stiles, W. (1967). *Color science*. New York: Wiley.
- 1 차원고접수 : 2006. 8. 21.
최종게재결정 : 2006. 9. 26.

K C I

Characteristics of lightness perception on the achromatic Ganzfeld stimulus and the achromatic/chromatic center stimuli

Kyung Hun Jung

Mahn-Young Lee

Department of Psychology, Korea University

The present study examined whether two rules of lightness perception proposed by Li and Gilchrist (1999), the 'highest luminance as white rule' and the 'area rule,' can be extended to chromatic domain under two lighting conditions. The Disk-Ganzfeld display was employed for this purpose. The study further sought to compare lightness perception of achromatic stimuli with that of chromatic stimuli by presenting achromatic and chromatic stimuli in the center of the Ganzfeld. The results demonstrated that the two rules by Li and Gilchrist are applicable to lightness perception consisting of the achromatic Ganzfeld with chromatic center stimuli and that the visual system utilizes these rules even under two different lighting conditions. Finally, a comparison of the assessed lightness values of achromatic and chromatic Disk stimuli with the same Munsell values revealed that the achromatic Disk stimuli are perceived lighter than those of red, yellow, green, and blue with Munsell values of 5 or 7, but the lightness perception properties of purple colors are very similar to that of achromatic colors.

Keywords : achromatic color, chromatic color, lightness perception, Ganzfeld

부 록 1-1.
실험 2에서의 색이름 응답과 밝기 평정치_Disk가 N3인 경우

관찰자 번호	Disk 색이름 반응	Ganzfeld 색이름 반응	Disk 밝기 평정치	Ganzfeld 밝기 평정치
1	회색	흰색	4.5	9.3
2	회색	흰색	5	9
3	회색	하얀색	5	9
4	회색	흰색	5	8
5	짙은 회색	밝은 회색	5	7.6
6	초록색	흰색	5	8
7	회색	어두운 흰색	5	9
8	밝은 회색	매우 밝은 흰색	5	9
9	회색	흰색	5	9
10	회색	흰색	6	9
11	회색	하얀색	6	9
12	회색	흰색	5	9
13	회색	하얀색	7	9.5
14	회색	흰색	5	8
15	회색	흰색	8	9
16	회색	밝은 회색	5	7.3
17	회색	흰색	5	8.8
18	짙은 회색	흰색	4	9
19	회색	흰색	7	8
20	회색	흰색	5.6	9.1
21	회색	하얀색	4	10
22	회색	약간 탁한 하얀색	4	8
23	회색	흰색	3	9
24	회색	흰색	6	9
25	회색	흰색	4.5	8
26	짙은 회색	연한 회색	5	7.1
27	회색	하얀색	5	9.5
28	회색	어두운 하얀색	7	9
29	회색	흰색	5	7
30	회색	회색	4	8
평균(표준편차)			5.19(1.05)	8.61(0.75)

부 록 1-2.

실험 2에서의 색이름 응답과 밝기 평정치_Disk가 N7인 경우

관찰자 번호	Disk 색이름 반응	Ganzfeld 색이름 반응	Disk 밝기 평정치	Ganzfeld 밝기 평정치
31	흰색	밝은 회색	9.1	7.6
32	흰 백색 / Luminous	밝은 회색	9.5	8
33	하얀색	회색	9.5	6
34	하얀색	하얀색	9	7
35	흰색	흰색	10	8.7
36	하얀색	하얀색	9	7
37	흰색	회색	8	5
38	흰색	흰색	9.5	8
39	밝은 흰색	어두운 흰색	9	8
40	흰색 / Luminous	흐린 흰색	9.5	8
41	흰색	회색	9	7.5
42	흰색	연회색	9.5	5
43	흰색	어두운 흰색	9	8.5
44	흰색 / Luminous	회색	9.5	7
45	흰색	회색	9	7
46	흰색	밝은 회색	9.5	7
47	흰색	열은 회색	9	7
48	흰색	회색	9.5	7
49	흰색	회색	9.5	5
50	흰색 / Luminous	회색	9.5	8
51	흰색	어두운 흰색	9.5	8
52	밝은 회색	어두운 회색	9	7
53	연한 회색	짙은 회색	8	6
54	흰색 / Luminous	회색	9.5	7
55	흰색	회색	8.5	6.5
56	밝은 하얀색	어두운 하얀색	9.5	8.5
57	흰색	열은 회색	9	7
58	흰색	회색	9.5	8
59	밝은 상아색	밝은 회색	8	7
60	흰색	약간 회색	9	8
		평균(표준편차)	9.15(0.49)	7.18(1.01)

부록 II-1.

실험 2에서의 저명도(Value 3) Disk 조건의 Disk와 Ganzfeld에 대한 색이름 응답과 밝기 평정치

1) Disk가 5R 3/8인 경우

관찰자 번호	Disk 색이름 반응	Ganzfeld 색이름 반응	Disk 밝기 평정치	Ganzfeld 밝기 평정치
1	다홍	열은 회색	4	8
2	빨강	하얀	5	8
3	빨강	하얀색	9	9
4	빨강	흰색	7	9
5	빨강보다 조금 회색	회색	8	7
6	빨강	흰색	5	10
평균(표준편차)			6.33(1.97)	8.50(1.05)

2) Disk가 5Y 3/4인 경우

관찰자 번호	Disk 색이름 반응	Ganzfeld 색이름 반응	Disk 밝기 평정치	Ganzfeld 밝기 평정치
7	황토색	흰색	5	9
8	어두운 노랑색	밝은 흰색	7	8
9	연한 노란색	흰색	4	9
10	겨자색	흰색	6	8
11	노란 연녹색	하얀색	6	9
12	황토색	흰색	4	8
평균(표준편차)			5.33 3(1.21)	8.50(0.55)

3) Disk가 5G 3/8인 경우

관찰자 번호	Disk 색이름 반응	Ganzfeld 색이름 반응	Disk 밝기 평정치	Ganzfeld 밝기 평정치
13	초록	흰색	5	10
14	연녹색	흰색	5	8.5
15	녹색	회색	6	8
16	초록	흰색	5.5	7
17	초록	흰색	9.5	8.7
18	녹색	흰색	5	9
평균(표준편차)			6.00.00(1.76)	8.53(1.00)

4) Disk가 5B 3/8인 경우

관찰자 번호	Disk 색이름 반응	Ganzfeld 색이름 반응	Disk 밝기 평정치	Ganzfeld 밝기 평정치
19	파랑색	흰색	5	8
20	파란색	하얀색	5	9
21	하늘색	하얀색	9	8
22	파랑색	탁한 하양	8	7
23	파랑색	흰색	6	10
24	파랑색	흰색	7	9
평균(표준편차)			6.67(1.63)	8.50(1.05)

5) Disk가 5P 3/8인 경우

관찰자 번호	Disk 색이름 반응	Ganzfeld 색이름 반응	Disk 밝기 평정치	Ganzfeld 밝기 평정치
25	보라	흰색	3	7
26	보라색	밝은 회색	5	7
27	보라색	흰색	5	9
28	보라색	흰색	8.5	9
29	보라색	흰색	6	8
30	보라색	회색	7	8
평균(표준편차)			5.75(1.90)	8.00(0.89)

부록 II-2.

실험 2에서의 고명도(Value 7) Disk 조건의 Disk와 Ganzfeld에 대한 색이름 응답과 밝기 평정치

1) Disk가 5R 7/8인 경우

관찰자 번호	Disk 색이름 반응	Ganzfeld 색이름 반응	Disk 밝기 평정치	Ganzfeld 밝기 평정치
31	매우 밝은 자홍	밝은 회색	8	6.8
32	밝은 분홍	흰회색	9	8
33	살색 분홍	회색	9	5
34	분홍	하얀색	9	8
35	연한 주황	흰색	8	9.75
36	분홍	하얀색	7	6
평균(표준편차)			8.30(0.82)	7.26(1.69)

2) Disk가 5Y 7/4인 경우

관찰자 번호	Disk 색이름 반응	Ganzfeld 색이름 반응	Disk 밝기 평정치	Ganzfeld 밝기 평정치
37	밝은 노랑/luminous	회색	9.5	8
38	노란색	흰색	6	8
39	상아색	흰색	8	9
40	연한 노랑	흐린 흰색	6.5	8
41	연한 노랑	회색	8.5	7.5
42	밝은 노랑	푸른 회색	9	6
평균(표준편차)			7.92(1.40)	7.75(0.99)

3) Disk가 5G 7/8인 경우

관찰자 번호	Disk 색이름 반응	Ganzfeld 색이름 반응	Disk 밝기 평정치	Ganzfeld 밝기 평정치
43	밝은 연두	흰색	7	9
44	연두색	회색	9.5	8
45	녹색	흰색	9	7
46	형광빛	에메랄드색	9	6.5
47	에버그린색	연회색	7.5	7.75
48	연한 녹색	회색	7	5
평균(표준편차)			8.17(1.13)	7.21(1.38)

4) Disk가 5B 7/8인 경우

관찰자 번호	Disk 색이름 반응	Ganzfeld 색이름 반응	Disk 밝기 평정치	Ganzfeld 밝기 평정치
49	하늘색	회색	8	5
50	하늘색	밝은 회색	8	8
51	밝은 하늘색	흰색	8	9
52	하늘색	회색	8	7
53	하늘색	회색	8	6
54	밝은 하늘색	회색 비슷한 하늘색	9	7
평균(표준편차)			8.17(0.41)	7.00(1.41)

5) Disk가 5P 7/8인 경우

관찰자 번호	Disk 색이름 반응	Ganzfeld 색이름 반응	Disk 밝기 평정치	Ganzfeld 밝기 평정치
55	보랏빛 도는 흰색	밝은 회색	9	7.5
56	많이 밝은 보라	어두운 하얀색	9	8
57	열은 분홍/luminous	하얀색	9.5	7
58	연보라	회색	9	7
59	하얀색	에버그린	9.5	9.7
60	흰색/luminous	검은색 섞인 흰색	9.5	9
평균(표준편차)			9.25(0.27)	8.03(1.11)