

색깔반복맹과 주의과정*

김정오 박민규

서울대학교 심리학과

색깔반복맹 (Kanwisher, 1991)과 부정색채반복효과 (박형생, 1988)은 지각적으로 제한된 상황에서 반복되는 색을 재인하기가 반복되지 않은 색을 재인하기보다 어려운 현상을 지칭한다. 본 연구의 실험 1은 Kanwisher, Driver 및 Machadol (1993)이 새 실험과제에서 얻은 색깔반복맹이 선택적 주의의 결합보다 명도변화에 따른 입력부정에 기인한다는 새 가설의 예언을 검증하였다. 실험 2는 Kim과 Park (1994)이 얻은 부정색채반복효과가 주의이동에 기인할 가능성을 검토하였다. 색입력의 명도를 체계적으로 변화시킨 두 실험에서 색깔반복맹이나 부정색채반복효과가 입력부정 또는 주의이동에 기인함을 시사하는 결과를 얻었다. 본 연구의 실험 3과 4는 색깔반복맹이 주의의 세 성분, 즉 몰입, 이동 및 이탈 중 어느 성분에 기인하는지를 색 입력들간의 거리, 주의창 및 입력제시시간의 단축 등을 조작하여 검토하였다. 이 두 실험의 결과들은 반복되는 입력으로부터 주의이탈이 색깔반복맹의 일차적 원인이며, 주의이동은 부차적 원인임을 시사하였다.

노출시간을 짧게 하고, 자극을 차폐로 지워 그 파악을 어렵게 하는 이러한 지각적으로 제한된 상황에서, 반복되는 색의 탐지가 반복되지 않는 색의 탐지 보다 훨씬 어렵다 (박형생, 1988; 김형준과 박우형, 1988; 박민규와 양기봉, 1989; Kim & Park, 1994; Kanwisher, 1991; Kanwisher, Driver & Machadol, 1993). 예를 들어, 자극판의 두 위치에 모두 빨강 패턴이 제시되고 한 위치의 빨강색을 보고하는 것이 한 위치에는 빨강, 다른 위치에 파랑 패턴이 제시된 경우 빨강색을 보고하는 것 보다 그 정확율이 떨어진다. 부정색채반복효과 (박형생, 1988; 김형준과 박우형, 1988; 박민규와 양기봉, 1989; Kim & Park, 1994) 또는 색깔반복맹 (Kanwisher,

1991; Kanwisher et al., 1993)으로 불리는 이 효과들은 직관적 예상과는 다른 결과이며, 반복되는 색의 처리에 상당히 흥미로운 과정들이 개입해 있을 가능성을 시사한다.

부정색채반복효과와 색깔반복맹은 자기 다른 실험과제에서 관찰되었다. 앞의 효과는 사람들에게 표적을 70-85% 정확히 보고할 수 있도록 하는 노출시간에 두 입력자극을 제시하고, 차폐와 함께 보고해야 할 표적의 위치를 지정해 주는 후단서가 제시되면 그 위치의 색을 보고해야 하는 과제, 즉 후단서 강제선택과제 (Bjork & Murray, 1977)에서 관찰되었다. 전 실험에 걸쳐 단지 두 색자극만이 같은 확률로 제시되며, 표적색과 같은 색자극이 방해자극으로 제시되기도 하고 (반복조건), 상대 색자극이 방해자극으로 제시되기도 한다 (비반복조건). 부정색채

* 본 연구는 1994 년도 교육부 학술진흥재단 자유공모과제의 연구비 지원으로 수행되었음

반복효과란 반복조건의 표적색 탐지가 비반복 조건의 표적색 탐지보다 멀어짐을 가리킨다. 색깔반복맹(반복색맹)은 다른 실험과제에서 관찰되었다. Kanwisher (1991)는 여섯 색채 중 넷을 사각형의 네 위치에 매우 짧게 제시하고 차폐로 지우되, 사전 또는 사후단서로 보고해야 할 두 색의 위치를 지정해주는 과제를 사용하였다. Kanwisher 등 (1993)은 세 색채 중 둘을 뽑아 동시에 제시하고, 왼쪽 위치의 색을 먼저, 오른쪽 위치의 색을 나중에 보고하도록 하였다. 이러한 실험과제에서도 반복되는 색의 보고가 비반복 색의 보고보다 어려웠다. Kanwisher와 그 동료들이 사용한 과제는 후단서 강제선택과제와는 달리 무시해야 할 방해자극이 없고, 여러 색들이 보고해야 할 대상으로 제시되며, 색들의 보고가 위치에 따라 순차적이라는 점이 다르다.

부적색채반복효과와 색깔반복맹은 어떻게 설명되는가? Kim과 Park (1994)의 실험들은 부적색채반복효과가 순차 주의가 위치를 이동할 때 이미 처리한 색을 억제하기 때문에 생겼을 가능성을 보여주었다. 이들은 색 자극들의 공간관계를 여러 도형내에서 변화시켜, 두 색입력이 인접해 있을 때는 정적색채반복효과를, 떨어져 있을 때 부적색채반복효과를 얻었다. 색입력들이 가까이 있을 경우, 한 위치에서 다른 위치로 순차 주의가 이동할 가능성이 적은 반면, 떨어져 있을 경우 한 위치의 색을 무시하고 다른 위치로 옮겨가는 순차 주의가 작용할 가능성이 크다. Kanwisher (1991)는 반복되는 색입력의 경우 같은 두번째 색의 토큰이 그 색의 장기기억 표상, 즉 타입과 제대로 결합되지 못하여 색깔반복맹이 초래된다고 설명한다. 여기서 토큰은 제시된 자극에 대한 일화 기억인데, 시공간 정보를 포함하고 있는 표상이며, 타입은 자극에 대해 장기기억에 저장된 정보(정체정보를 포함)를 말한다. 지각적으로 제한된 상황에서 한 타입정보가 반복될 경우 두번째 토큰과 같은 타입정보가 결합되지 못하여 반복되는 색이 잘 파악되지 않는다.

Kanwisher 등 (1993)은 색깔반복맹이 형태반복맹과 함께 관찰되며, 이러한 반복맹은 형태 차원이나 색 차원에 선택적 주의를 지속적으로 줄 때 일어나고, 자극이나 반응특성과 무관함을 보여 주었다. 예를 들면, 먼저 보고해야 하는 왼쪽 자극의 색에 주의를 주지 않을 경우 색깔반복맹은 관찰되지 않았다. 처리 용량이 제한된 주의를 지각적으로 제한된 상황에서 한번에 처리한 세부특징을 다시 처리하지 않으려 하며, 이 때문에 반복되는 자극 정보는 그것이 색이든 형태이든 간에 주의의 몰입(attention engagement)을 잘 받지 못하여 반복맹이 초래된 것이다. Kanwisher 등의 연구는 특정 차원의 정보를 선택적으로 다루는 주의가 반복맹에 개입함을 보여주는 증거를 얻었다는 점에서 중요하다. 그러나 Kim과 Park (1994)의 결과에 비추어, 방법론적으로, 또 결과의 해석 면에서 Kanwisher 등의 최근 연구에 몇가지 물음이 제기된다. 첫째, 지각적으로 제한된 상황에서도 관찰되는 정적색채반복효과를 어떻게 설명할 것인가? Kanwisher 등의 이론에 따르면 이러한 효과를 예상하기 힘들다. 둘째, Kanwisher 등 (1993)은 컬러 모니터의 중앙에 색 입력들을 제시하지 않고, 색의 명도가 왜곡되기 쉬운 말초에 제시하였다. 모니터 상의 위치에 따라 같은 색이 다른 명도를 갖게 되고, 이에 따라 색 정보들간의 차이가 더 커진다는 최근의 정신물리학 실험(Metha, Vingrys & Badock, 1993)은 명도변화에 따른 색깔반복맹의 가능성을 시사한다.

본 연구의 네 실험은 방법론적으로 문제가 되는 Kanwisher 등 (1993)의 실험들을 다시 검토하고, 이들이 얻은 색깔반복맹에 대한 상대가설의 예언들을 검증하고, 후단서 강제선택과제에서 일관되게 관찰된 부적색채반복효과 배후 주의과정의 성질을 검토한다. 특히 최근에 제안되어(Posner & Raichle, 1994) 다른 실험과제에서 그 생리해부적 바탕이 밝혀진 주의의 세 성분, 즉 표적에 대한 몰입(engagement), 새 표적으로 이동(move), 및 표적으로부터 이탈

(disengagement) 중 어느 성분이 부적색채반복효과나 색깔반복맹을 초래하는지를 밝히려 한다. Kim과 Park (1994)의 연구는 주의의 이동이, Kanwisher 등 (1993)은 주의 몰입이 각기 부적색채반복 또는 색깔반복맹을 초래함을 시사하는 결과를 보고하였다. 그러나 이 두 연구 모두 주의 성분들의 효과를 분리하는 변인들을 다루지 않았기 때문에 과연 어느 성분이 색깔반복맹이나 부적색채반복효과에 결정적으로 중요한지는 현재로서 알 수 없다.

실험 1. 명도가 색깔반복맹에 미치는 영향

본 연구의 실험 1은 앞서 언급한 Kanwisher 등 (1993)의 문제점을 개선하면서 이들이 제안한 설명에 대한 상대가설의 예언을 검증하고자 하였다. 같은 색입력이라도 컬러 모니터의 말초 부위에서는 그 명도가 중앙부위 보다 더 떨어진다 (Metha 등, 1993). 이러한 명도상의 왜곡 때문에 색상이 같더라도 (즉 반복조건의 경우처럼) 명도에서 차이 있을 때 같은 색 입력으로 판단할 가능성이 적고, 색깔반복맹이 바로 이 때문에 초래되었을 가능성이 있다. 실험 1에서 제안하는 입력부정설 (a hypothesis of input negation)에 의하면, 두 색입력의 색상이 같더라도 명도가 다를 경우 지각적으로 제한된 상황에서 피험자들은 같은 색상임을 부정하고, 다른 색상을 택하게 된다. 색상이 다른 두 입력의 경우 명도변화에 따른 입력부정의 가능성이 적을 것이다. 입력부정설에 의하면, 한 실험에서 제시되는 색입력들의 명도가 비슷하지 않을 경우 같은 색상의 입력들에 명도변화가 있으면 반복조건의 경우 다른 색을 택해 보고할 가능성이 비반복조건보다 더 커져 색깔반복맹이 관찰될 것이다. 색입력들의 명도가 유사할 경우 명도변화에 의한 입력부정이 일어날 가능성이 적고, 따라서 색깔반복맹이 사라질 것이다. 본 실험 1은 입력부정설의 이러한 예언을 Kanwisher 등 (1993)

이 사용한 보고과제에서 검증하였다.

방법

피험자. 심리학개론을 수강하는 24명의 서울대학교 학부생들이 실험 1에 참여하였다. 이들 중 12명은 유사명도조건에, 나머지는 상이명도조건에 무선적으로 할당되었다. 피험자들의 시력 또는 교정된 시력은 정상이었고, 색채시에 이상이 있는 피험자는 없었다.

기 구. 본 실험 1과 실험 2에서는 모두 VGA모니터 (NEC MultySync 3D)와 Intel 80386 CPU가 장착된 컴퓨터를 사용하여 자극입력들의 제시, 반응기록 및 결과 분석을 하였다. 자극판과 후차페는 어두운 배경 (VGA에서 "black")에서 제시되었다. 모니터와 피험자 사이의 거리는 약 40 cm였고, 형광등 조명에서 실험들을 실시하였다.

자 극. 화면의 중앙에 흰색 점이 응시점으로 제시되었다. 자극으로는 화면의 좌측 끝과 우측 끝에 0.8 x 1.2 cm (1.15 x 1.72°)의 직사각형 색조각이 제시되었다. 자극으로 사용된 색은 빨강 (유사 명도조건의 경우 17.0 cd/m², 상이 명도조건의 경우 28.6 cd/m²), 파랑 (유사 명도조건의 경우 16.7 cd/m², 상이 명도조건의 경우 21.6 cd/m²), 초록 (유사 명도조건의 경우 17.2 cd/m², 상이 명도조건의 경우 66.0 cd/m²)이었다. 유사 명도조건의 경우 세 표적 색조각 간에 명도의 차이가 적은 반면, 상이 명도조건의 경우 그렇지 않았다. 각 색 조각의 명도는 Minolta colormeter로 측정되었다. 각 자극판에서 두 색조각은 각각 응시점에서 12.25 cm (17.1°) 떨어졌다.

후차페로는 색조각과 같은 크기의 직사각형 안에 2.7 x 4 mm (0.39 x 0.58°)의 색조각을 격자무늬로 제시하였다. 이 무늬에 사용된 색은 자극 색조각에 사용된 색과 같았고, 한 격자와

바로 이어진 격자에는 같은 색이 사용되지 않도록 하였다.

설 계. 실험 1은 명도 (유사/상이) x 자극 판 (반복/비반복)의 2 요인 분리구획설계를 사용하였다. 이 변인들 중 명도는 피험자간 변인이었다. 색과 자극판을 조합하여 144 시행이 산출되었는데, 이 시행들 중 반복과 비반복, 세 색의 제시 빈도, 각각이 표적이 되는 확률은 모두 같았다.

절 차. 한 시행의 절차는 다음과 같았다. 먼저 화면의 중앙에 흰점이 약 500ms 동안 제시된 후, 이어서 자극판이 미리 정해진 시간동안 제시되었다. 자극판이 사라지면 후차패가 반응할 때까지 제시되었다. 피험자들은 화면에 제시된 직사각형의 색들을 색종이로 표시된 자판의 키들을 눌러 보고했는데, 먼저 왼쪽에 제시된 색을 보고한 후 오른쪽에 제시된 색을 보고했다. 피험자들에게 색 보고의 속도는 중요하지 않고, 정확하게 반응하는 것이 중요하다는 지시를 주었다. 피험자가 왼쪽과 오른쪽 색을 모두 보고한 후 스페이스 바를 누르면 다음 시행이 진행되었다.

실험 1은 연습 24 시행, 역측정 64 시행, 그리고 본 실험 144 시행으로 구성되었다. 연습시행에서는 자극판을 무선적으로 24개를 택해 처음 12 시행 동안 약 1170 ms로 제시하다가 13-24 시행까지 차차 노출시간을 줄여 역측정 시행 전에 약 233 ms (60hz에서 13cycle)로 낮추었다. 역측정 시행에서 피험자가 비반복 자극판에서 표적을 75% 정확히 보고할 수 있을 때까지 노출시간을 계단법으로 조정하였다. 매 4회의 비반복 시행마다 피험자가 왼쪽과 오른쪽의 색을 모두 정확히 보고하는 경우를 헤아려 그 시행이 1 - 2회일 때는 노출시간을 1 cycle 증가시켰고, 4회일 때는 1 cycle 줄였다. 본 실험 시행이 진행되는 동안에도 매 4회의 비반복 시행마다 정반응률을 계산하여 필요한 경우 노

출시간을 다시 조절하였다. 본 실험 동안 피험자의 보고에 대한 피이드백은 주지 않았다. 실험 1에 소요된 시간은 약 45분이었다. 실험 1의 각 시행의 자극판과 진행에 관한 도식은 그림 1에 제시되어 있다.

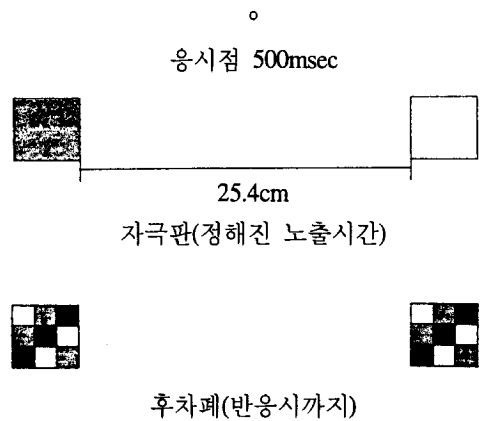


그림 1. 실험 1의 절차 도식

결과 및 논의

피험자들은 상이 명도조건 (54 ms) 보다 유사 명도조건 (94 ms)에서 더 긴 노출시간을 보였다, $t(22) = 4.5, p < .001$. 피험자들이 왼쪽 자극의 색을 정확히 보고한 후 오른쪽 자극의 색을 정확히 보고한 조건별 정반응률과 그 표준오차는 표 1에 정리되어 있다.

표 1. 왼쪽 자극을 정확히 보고 했을 때 오른쪽 자극의 정확 색보고율(%)과 표준오차

유사 명도		상이 명도	
반복	비반복	반복	비반복
63	78	44	76
(5)	(2)	(5)	(2)

유사 명도조건이 상이 명도조건보다 더 높은 정확보고율을 보였고, $F(1,22) = 8.41, p < .01$, 비반복조건이 반복조건에 비해 23% 더 나은 정확보고율을 보였다, $F(1,22) = 48.42, p < .001$. 표 1에서 알 수 있듯이, 유사 명도조건이 15%의 색깔반복맹을, 상이 명도조건이 32%의 색깔반복맹을 보였다, $F(1,22) = 12.35, p < .01$. 비록 유사 명도조건에서 여전히 색깔반복맹이 관찰되었지만, 그 크기는 상이 명도조건에 비해 훨씬 적다.

Kanwisher 등 (1993)은 비반복조건에 대한 반응편중을 제거하는 절차를 이용하였다. 만약 피험자들이 반복조건이 요구하는 것처럼 같은 반응을 계속하지 않으려는 경향이 강하다면, 비반복조건에 대한 반응 중 상당수는 이 때문에 생긴 것이며 이를 교정해야 색깔반복맹을 제대로 평가할 수 있다. 비반복조건에 대한 정확반응률로부터 같은 조건에서 피험자들이 두 색 중 한 색만 정확히 보고한 반응률을 뺀 경우 이 조건에 대한 반응편중이 교정될 수 있다. 본 실험 1에서도 이 방법을 이용하여 반응편중을 제거한 후 조건 별 정확색보고율을 정리하였다 (표 2). 변량분석 결과, 명도의 주효과, $F(1,22) = 10.54, p < .01$, 자극판의 주효과, $F(1,22) = 4.98, p < .05$, 명도와 자극판의 상호작용, $F(1,22) = 7.49, p < .025$ 이 각기 관찰되었다. 특히 표 2에서 주목할 결과는 유사 명도조건의 경우 색깔반복맹이 관찰되지 않았고, 오히려 약하지만 정적반복효과의 방향으로 결과가 얻어졌다는 점이다. 이는 상이 명도조건이 보인 14%의 색깔반복맹과 뚜렷이 대조된다.

표 2. 비반복조건에 대한 반응편중이 수정된 후의 조건별 정확보고율(%)과 표준오차

유사 명도		상이 명도	
반복	비반복	반복	비반복
63	62	44	58
(5)	(2)	(5)	(2)

실험 1은 Kanwisher 등 (1993)의 실험과제를 사용하되, 색입력의 명도를 조절하는 조건에서 입력부정설의 예언을 검증하였다. 이 가설의 예언대로 유사 명도조건에서는 색깔반복맹이 사라지고, 단지 상이 명도조건에서만 색깔반복맹이 계속 관찰되었다. 이 가설이 주장한대로, 피험자들은 지각적으로 제한된 상황에서 모니터 상의 위치 때문에 같은 색상을 가진 색조각들이 거리를 두고 제시될 경우 명도에서 차이가 나면 반복되는 색상으로 간주하지 않고 실험에서 제시되는 다른 색을 택해 보고하며, 이 때문에 색깔반복맹이 초래된 것으로 보인다.

Kanwisher 등 (1991)의 선택적 주의몰입의 실패나 토큰 개별화 실패설은 본 실험 1의 결과를 어떻게 다룰 것인가? 선택적 주의가 자극판의 명도에 대한 민감도를 증가시킨다는 결과 (Downing, 1988)로 미루어 명도조건에 상관없이 색깔반복맹이 관찰되었어야만 한다. 토큰 개별화 실패설은 일차적으로는 색입력의 경우 토큰의 성질을 명세하지 않고 있으므로 문제에 봉착한다. 색의 세 차원, 즉 색상, 명도 및 채도 각기에 대한 토큰이 있고, 이 각 토큰과 타입간의 연결이 문제인가? 아니면 이를 종합하는 한 전반적인 토큰과 타입의 결합이 문제인가? 그 어떠한 입장을 택하더라도 유사 명도조건의 경우 변별적인 토큰의 형성이 더 어렵기 때문에 색깔반복맹이 관찰될 이유가 없다.

실험 2. 주의이동에 따른 색채반복 효과

Kim과 Park (1994)은 후단서 강제선택과제를 이용하여 정적색채반복효과와 부적색채반복효과가 관찰되는 형태조건을 모색하였다. 이들이 사용한 십자가, 두 막대, 고리 등 도형의 두 부분 중 한 부분은 한 색으로, 다른 부분은 다른 색으로 칠해져 있거나 (즉 비반복조건), 두 부

본이 모두 같은 색으로 칠해져 (즉 반복조건) 제시되었다. Kim과 Park (1994)은 십자가 도형의 경우 정적색채반복효과를, 고리 (ring)나 두 막대 도형의 경우 부적색채반복효과를 얻었다. 이처럼 질적으로 다른 색채반복효과의 한 원인으로 나중 도형의 경우 한 부분에서 다른 부분으로 순차 주의의 이동이 가능한 반면, 앞 도형의 경우 중앙에 직경이 큰 초점주의를 주면 두 부분의 색이 쉽게 탐지될 수 있기 때문이다. 즉 두 색입력이 근접해 있을 경우 한 위치의 입력 정보를 무시하고, 다른 위치의 입력 정보로 주의가 이동하지 않아도 색 입력들을 처리할 수 있을 것이다. 본 연구의 실험 2는 두 색입력들 간의 거리에 따른 주의 이동이 부적색채반복효과의 원인이라는 가설을 Kim과 Park의 연구에서 상당히 큰 부적색채반복효과를 보인 두 막대도형을 사용하되 그들의 거리를 변화시켜 검증하려한다.

실험 1은 Kanwisher 등 (1993)이 보고한 색깔 반복맹이 표적 색들의 명도유사성에 따라 달라짐을 밝혔다. 본 연구의 실험 2는 Kim과 Park (1994)이 관찰한 정적 및 부적색채반복효과도 그 탐지를 요구하는 색들의 명도유사성에 따라 달라지는지를 또한 검토하고자 하였다. 색깔 반복맹이 관찰된 Kanwisher 등 (1993)의 과제에서 두 색입력 사이의 거리가 멀고, 이 때문에 두 입력에 주의가 고르게 분산되지 않을 가능성이 있으므로 보통 두 입력간의 거리가 가까운 조건을 만들 수 있는 후단서 강제선택과제를 이용해서 명도 및 거리의 효과를 검토하려 하였다. 이 과제의 경우 입력간의 거리가 가깝지만, 방해자극이 언제나 제시되므로 입력 통로들 간에 억제적 영향이 작용하는 것으로 간주된다 (Bjork & Murray, 1977; Kim & Kwak, 1990). 따라서 거리가 비교적 가깝더라도 한 입력에서 다른 입력으로 주의 이동의 효과를 검토할 수 있을 것으로 판단된다.

방 법

피험자. 계절학기 심리학개론을 수강하는 서울대학생 48명이 실험2에 과목이수의 한 과점으로 참여하였다. 유사 명도조건에 24명, 상이 명도조건에 역시 24명이 무선 할당되었다. 피험자들의 나머지 특성들은 실험 1과 같았다.

기 구. 실험 1과 같은 장치를 사용하였다. 모니터화면과 피험자 사이의 거리는 60 cm였다.

자 극. 실험 2의 자극으로는 화면의 중앙에 각기 $2 \times 6 \text{ mm}$ ($0.19 \times 0.43^\circ$)의 두 막대가 제시되었고, 그 거리를 근접 (약 0.2 mm), 가까운 (1.5 mm), 그리고 떨어진 (3 mm)의 세 조건들로 만들었다. 유사 명도조건과 상이 명도조건에 사용된 색의 명도는 각기 실험 1과 같았다.

실험 2는 $1.5 \times 0.8 \text{ cm}$ ($1.43 \times 0.76^\circ$)의 직사각형 내에 약 $2.5 \times 2.6 \text{ mm}$ 의 색조각을 격자무늬로 만들어 진, 후 차폐로 사용하였다 (가로 6 x 세로 3). 격자무늬에 쓰인 색은 자극에 사용된 색과 같았다. 한 격자와 연속하는 다른 격자에는 같은 색이 사용되지 않았고, 각 색이 동일한 수의 격자에 배정되었다. 전차폐와 함께 지름 3 mm (0.29°)의 흰색 원이 응시점으로 제시되었으며, 보고해야 할 표적의 위치를 지정하는 단서로 $1 \times 4 \text{ mm}$ 의 흰선이 표적이 된 자극의 2 mm 아래에 후차폐와 함께 제시되었다. 본 실험 2의 주요 조건별 자극판은 그림 2에 제시되어 있다.

절 차. 피험자들에게 자극판을 조건별로 하나씩 보여 주면서 각각의 표적색이 모두 같은 비율로 무선적으로 제시되고, 두 입력이 서로 같은 경우와 다른 경우의 비율도 같으며, 표적의 위치를 알려 주는 후단서 또한 왼쪽과 오른쪽이 같은 비율로 나타난다고 설명하였다. 한 표적색에 대한 반응편향을 막기 위해 잘 보

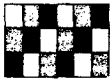
지 못한 경우 세 표적색을 가능한 비슷한 비율로 응답하도록 주의를 주었다.



전차폐와 응시점(약 500msec)



자극판(정해진 노출시간)



후차폐와 후단서(반응시까지)

그림 2. 실험 2의 절차도식 및 거리별 자극판

한 시행의 절차는 다음과 같았다. 먼저 전차폐와 함께 응시점이 모니터의 중앙에 약 500 ms (60hz에서 30cycle) 동안 제시되었다. 전차폐가 사라진 다음 자극판이 정해진 시간 동안 제시되었다. 자극판이 사라지면 후차폐와 함께 후단서가 피험자가 반응할 때 까지 제시되었다. 피험자들은 후단서가 지정한 위치에 제시된 표적의 색을 먼저 색종이로 표시된 자판의 키를 눌러 보고한 다음, 지정되지 않은 색도 가능하면 보고하도록 하였다. 이 경우 먼저 사용된 키와는 다른 네 키를 사용했고, 색을 알 수 없는 경우 X로 표시된 키를 누르도록 하였다. 피험자들에게 보고의 속도는 중요하지 않으며, 정확한 반응이 중요하다는 지시를 주었다. 피험자가 반응한 1초 후에 같은 절차의 시행이 반복되었다.

실험 2는 연습 28 시행, 역측정 48 시행, 그리고 본 실험 3 구획 (각 구획 당 96 시행)으로 구성되었다. 연습시행에서는 자극판을 무선적으로 28개 선택하여 처음 12 시행 동안 약 1초씩 제시하다가, 13-28 시행에서는 233 ms (14 cycles)로 부터 노출시간을 줄여 역측정 전 약 117 ms (60hz에서 7 cycles)까지 낮추었다. 역측정 시행에서는 피험자가 비반복 시행의 표적을 75% 정확히 보고할 수 있을 때 까지 노출시간을 계단법으로 조정하였다.

본 실험 시행들은 색자극 간의 거리가 달라지는 세 구획으로 이루어졌는데, 새로운 구획을 시작하기 전 다시 48 시행동안 역을 측정하여 본 실험 동안 자극판을 제시할 노출시간을 정하였다. 본 실험시행의 매 구획마다 표적의 반복여부, 표적 색, 후단서 위치 등이 같은 비율로 통제된 96개 자극판들이 제시되었다. 본 실험시행들이 진행되는 동안에도 매 4회의 비반복 시행마다 정반응률을 계산하여 필요한 경우 노출시간을 다시 조정하였다. 실험 1과 마찬가지로 본 실험 시행동안 피험자의 선택에 대한 피이드백을 주지 않았다. 실험 2에는 약 50분이 소요되었다.

설 계. 실험 2는 명도 (유사/상이) x 거리 (근접/가까운/ 먼) x 자극판 (반복/비반복)의 3 요인 분리구획설계를 사용하였다. 명도는 피험자간, 나머지는 피험자 내 변인들이었다. 거리는 구획간 다르게 제시되었는데, 순서의 효과를 통제하기 위해 자극간 거리를 6가지 순서로 피험자에 따라 다르게 제시하였다.

결과 및 논의

유사 명도조건 (63 ms)과 상이 명도조건 (65 ms)은 그 노출시간에 있어 차이를 보이지 않았다. 유사 명도조건인 경우 거리에 따른 노출시간은 근접 (65 ms), 가까운 (62 ms), 먼 (62 ms)로서 이들 간에 차이가 없었다. 그러나 상이 명

도조건의 경우 근접 (71 ms), 가까운 (63 ms), 먼 (60 ms) 조건들 중, 근접과 먼 조건 간에 유의한 차이가 있었다, $t(23) = 2.99, p < .01$.

실험 2의 피험자들이 조건별로 보인 정확탐지율은 표 3과 같다. 이 표의 결과에 대해 변량분석을 하였다. 명도의 주효과는 없었고, 두 입력 자극 간의 거리가 가까울수록 정확보고율이 증가하였다, $F(2, 46) = 7.6, p < .001$. 거리와 자극판간의 상호작용이 유의하였는데, $F(2, 46) = 8.8, p < .001$, 이 결과는 표 3에서 알 수 있듯이, 명도조건에 상관없이 두 입력의 거리가 멀어질수록, 반복조건은 정확탐지율이 감소하는 반면, 비반복조건은 수행이 비교적 일정했기 때문이다. 근접조건의 경우 정적색채반복효과가, 먼조건의 경우 약한 부적색채반복효과가 관찰되었다. 유사 명도조건의 경우 두 입력이 가까이 있을 때 6%의 부적색채반복효과가, $F(1, 23) = 9.5, p < .01$, 상이 명도조건의 경우 두 입력이 인접했을 때 9%의 정적색채반복효과가 있었다, $F(1, 23) = 16.4, p < .001$. 이 정적색채반복효과는 두 색입력이 인접해 있어서 순차적 주의가 작용하지 않았기 때문으로 보인다. 유사 명도조건이 아니라 상이 명도조건에서 이 효과가 관찰된 것으로 미루어 두 색입력의 명도 동일 여부를 바탕으로 피험자들이 색입력을 판단했을 가능성이 있다.

실험 2의 결과들은 색조각간의 거리가 반복효과를 결정짓고 있음을 보여준다. 비록 그 효과가 다소 약하지만, 근접조건에 비해 다른 두 거리조건들은 모두 부적반복효과를 보였고, 이러한 결과들은 주의의 이동에서 이 효과가 비롯되었음을 시사한다. 그러나 가까운 조건과 먼 조건이 부적색채반복효과의 크기에서 뚜렷한 차이를 보이지 않은 부분적인 이유는 두 색조각간의 거리가 충분히 멀지 않아서 (가까운 조건은 1.5 mm, 먼 조건은 3 mm) 주의이동의 기제가 작용하기도 하지만 직경이 큰 초점주의가 작용했을 수 있다. 이 문제는 본 연구의 실험 3에서 다루기로 한다. 거리와 명도를 체계적으로

변화시킨 실험 2의 결과를 종합해 보면, 두 색조각 간의 거리가 질적으로 다른 색채반복효과를 초래하고 있으며, 두 색입력의 거리가 가깝고 또 이들이 모니터 중앙에 제시될 경우 표적색들의 명도 유사성 여부는 후단서 강제선택과제에서는 Kanwisher 등 (1993)이 사용한 과제에 비해 색채반복효과에 영향을 적게 미치고 있음을 알 수 있다.

실험 1과 실험 2의 비교. 실험 1은 Kanwisher 등 (1993)의 과제를 사용하여 색깔반복맹에 대한 상대가설의 예언을 검토하기 위해 입력들의 명도를 변화시키고, 실험 2는 Kim과 Park (194)이 사용한 후단서 강제선택과제에서 부적색채반복효과의 배후 기제로 제안된 주의이동을 다루기 위해 색입력들간의 거리를 변화시켰다. 실험 2는 실험 1과 마찬가지로 표적색들의 명도 유사성을 조작하였다. 실험 1은 유사 명도조건에서 색깔반복맹이 사라진 반면, 상이 명도조건에서 여전히 반복맹을 얻어 색깔반복맹이 반복되는 색입력들의 명도차이에 기인한다는 입력 부정설의 예언과 일치하였다. 실험 2는 두 입력들이 근접할 경우 정적반복효과를, 떨어져 있을 경우 부적반복효과를 보였다. 이 결과는 반복조건의 경우 한 위치의 입력에서 다른 위치로 주의가 이동할 때 이미 처리한 색을 억제하는 과정 때문에 부적색채반복효과가 초래됨을 시사한다.

Kanwisher 등 (1993)의 과제를 사용한 본 실험 1은 색입력들의 명도 유사성에 따라 질적으로 다른 반복효과를 뚜렷히 보였다. 반면, 후단서 강제선택과제를 사용한 실험 2는 이러한 명도효과를 보지 않았다. 실험 1의 경우 두 색입력 사이의 거리가 상당히 큰 반면, 실험 2에서는 매우 가까웠다. 이러한 이유 때문에 실험 2의 경우 순차적 주의보다는 초점주의가 여러 시행에서 작용하여 명도효과를 내지 못했을 수 있다. 두 실험에 걸친 거리요인의 차이를 고려하면 그 결과들이 갈등적이라고 말할 수 없다. 실

표 3. 실험 2의 조건별 정확탐지율 (%)과 표준오차

	유사 명도			상이 명도		
	근접	가까운	먼	근접	가까운	먼
반복	75 (3)	70 (2)	70 (2)	81 (2)	73 (3)	70 (3)
비반복	74 (1)	76 (1)	73 (1)	72 (1)	75 (1)	72 (1)

험 1의 경우 중앙에서 각기 17도 정도 떨어진 위치에 색조각에 제시된 반면, 실험 2의 경우 2도 이내에 색조각들이 제시되었다. 따라서 실험 2의 경우 두 입력 위치가 그 명도에서 실험 1처럼 물리적으로 왜곡될 가능성은 별로 없다.

입력부정설과 주의이동설은 어떤 관계에 있는가? 주의가 이동할 경우 이전의 위치에서 그 처리가 완료된 입력이 새 위치에 다시 제시될 것으로 기대할 가능성은 매우 적다. 다른 말로 하자면, 지각체계가 주의를 한 위치에서 다른 위치로 이동시킬 때 새 입력을 예상한다는 것은 이미 그 처리가 완료된 입력의 재 처리 (re-processing) 가능성을 부정한다는 의미가 된다. Kanwisher 등 (1993)의 실험에서 두번째 입력의 명도가 객관적으로 달라진 것 때문에 바로 주의이동과 밀접한 관계가 있는 입력부정의 가능성이 높아진 것으로 해석할 수 있다.

색깔반복맹과 부적색채반복효과는 어떤 관계에 있는가? 표면적으로는 요구되는 반응에서 차이가 있지만 (예, 순차적 보고 대 후단서로 지정된 위치의 색 탐지), 두 과제에서 관찰되는 반복조건의 떨어진 수행이 두 색입력들 간의 거리, 짐작컨대 주의 이동에 따른 억제적 영향 때문에 초래된 것으로 보아 두 효과가 공통적인 주의 기제에서 비롯된 것으로 보인다. 특히 색깔반복맹과 부적색채반복효과가 반응편향을 포함하는 반응과정과 무관하다는 결과들 (Kim & Park, 1994; Kanwisher, et al., 1993)로 미루어 이 두 효과는 같은 현상으로 간주되어야 할 것이다. 앞으로 이 보고서에서는 색깔반복맹과 부

적색채반복효과를 과제별로 구분하기 보다 색깔반복맹이라고 부르기로 한다.

실험 3. 주의창(attentionwindow)과 거리의 효과

후단서 강제선택과제나 순차적 보고과제에서 관찰되는 색깔반복맹이 부분적으로는 두 색입력이 거리를 두고 있을 때 한 입력에서 다른 입력으로 주의가 이동해야 하는데, 차폐와 후단서가 제시되는 상황에서는 이러한 이동이 제약을 받게 된다. 단서로 지정된 위치로 주의가 이동해야 할 때 입력간의 거리에 따라, 두 입력의 유사성에 따라 초래되는 혼동이 주의이동을 어렵게 할 것이다. 뿐만 아니라, 두 입력이 상당히 떨어져 있을 경우 두 입력에 주의가 고르게 배정되지 않아 그 중 한 위치의 색에 주의가 몰입하기 (engage) 힘들 수 있고, 또 주의가 새로운 자극에 편중되는 경향이 있기 때문에 주의 몰입의 어려움은 반복되는 색입력의 경우 더 클 것이다. 또다른 가능성으로는 주의 몰입이나 이동보다 주의 이탈 (attention disengagement) 때문에 색깔반복맹이 초래될 수 있다. 반복되는 색의 경우 이미 그 정보가 상당한 정도로 처리되었기 때문에 그 색에 몰입되었던 주의가 재빨리 이탈하려 하고, 이 때문에 불충분한 정보를 바탕으로 반응하게되어 색깔반복맹이 초래될 수 있다. 색깔반복맹이 주의의 몰입, 주의의

이동, 또는 주의 이탈 중 어느 것때문인지를 밝히려면 새로운 실험 조건들을 만들어야 한다. 색깔반복맹을 보고하고, 여러 주의 기제로 설명하려는 연구들(예, Kanwisher, 1991; Kanwisher et al., 1993; Kim & Park, 1994)은 세 주요 주의 성분들 중 어느 것이 그 주 원인인지를 밝히지 않았다. Kanwisher 등 (1993)의 실험에서는 선택적 주의가 형태 또는 색 차원에 지속적으로 주어져야 형태반복맹 또는 색깔반복맹이 일어남을 밝혔지만, 주의의 어느 성분이 일차적으로 책임이 있는지 드러나지 않았다. 실험 2는 두 색입력의 거리로 조작되는 주의이동이 원인일 가능성을 시사했으나, 그 효과가 약하였고, 무엇보다도 주의몰입과 이동을 함께 다루지 않은 제한점이 있다.

지각적으로 제한된 상황에서 사람들이 일반적으로 보이는 행동 중의 하나는 어느 한 위치에 초점주의를 주려는 경향이다. 각 입력을 충분히 처리할 시간적 여유가 주어지지 않으므로 자연스럽게 왼쪽 또는 오른쪽 위치를 주목하는 주의 편중을 보인다. Kanwisher 등 (1993)이 사용한 순차적 보고과제에서는 왼쪽부터 보고해야 하므로 이러한 경향이 더 강했을 것이다. 후단서 강제선택과제에서는 후단서로 표적을 지정해주므로 어느 한 위치에 대한 주의편중이 상대적으로 약했을 수 있다. 이러한 주의편중을 줄이면서, 주의몰입을 통제하는 한 방법은 주의창 (attention window)을 사전에 제시하는 방법이다. 피험자들에게 모니터의 중앙에 직사각형을 제시하고 그 위치에 두 입력이 나타날 것을 사전에 알려준다. 조건에 따라서 두 입력이 모두 직사각형 내에 나타나거나, 한 입력만 나타나고, 다른 입력은 직사각형 외부에 나타나게 한다. 직사각형내에 나타나는 입력들은 그렇지 않은 입력에 비해 사전에 주의가 그 위치들에 주어져 있으므로 주의 몰입과정을 용이하게 할 것이다. 주의창이 표적의 처리 속도나 정확성에 미치는 촉진적 또는 억제적영향은 사전 단서과제 (precue task)를 이용한 여러 연구들에서 보

고된 바 있다 (예, Posner & Raichle, 1994; 김정오와 이상훈, 1994).

주의창의 안 또는 밖에 색입력을 제시하여 이에 대한 주의몰입을 체계적으로 변화시키면서, 또한 실험 2가 시도한대로 두 색입력의 위치를 변화시킨다면, 이 두 변인의 조합으로 생기는 조건들에서 피험자들이 보인 반복효과들을 바탕으로 주의 몰입 또는 이동 중 어느 성분이 색깔반복맹에 더 큰 역할을 하는지 평가할 수 있다. 본 연구의 실험 1은 색깔반복맹을 설명하는 주의 성분설의 예언들을 이러한 새 변인들의 조합을 통해 밝히려 하였다. 주의 몰입과정때문에 색깔반복맹이 초래된다면 표적이 주의창 밖에 있는 조건이 안에 있는 조건보다 더 큰 반복맹을 보여야 한다. 그 이유는 앞 조건의 경우 나중 조건에 비해 상대적으로 입력에 대한 주의 몰입이 어렵기 때문이다. 특히 두 입력이 모두 주의 창 안에 있는 조건은 한 입력이 주의창 안에 있는 조건과는 달리 색깔반복맹을 보이지 않아야 한다. 주의 이동과정때문에 색깔반복맹이 초래된다면, 주의창 안 또는 밖 조건과는 무관하게, 두 입력이 인접해 있을 경우보다 떨어져 있을 때 더 큰 색깔반복맹이 관찰되어야 한다. 그 까닭은 앞서 언급한 바와 같이 주의 이동에 따른 여러 처리부담이 거리가 클수록 더 커지기 때문이다.

방 법

피험자. 심리학개론을 수강하는 서울대학생 20명이 실험 3에 과목 이수요건으로 참가하였다. 피험자들의 시력 또는 교정된 시력은 정상이었으며, 색채시에 이상이 있는 피험자는 없었다.

기 구. 실험 3은 Super-VGA 모니터 (삼성전관, UCL-428TXL)와 IBM호환기종 컴퓨터 (Union 486DX2-50)를 사용하여 자극의 제시, 반응 기록 등을 제어하였다. 주의창, 자극판, 후차

폐 및 후단서들은 모두 어두운 배경 (VGA에서 Black)에서 제시되었다. 모니터 화면과 접안대 사이의 거리는 80 cm이고 그 사이는 빛을 반사하지 않는 통로로써 외부 자극들을 차단하였다.

자극판. 주의창으로 두 직사각형이 모니터의 중앙에 중첩해서 제시되었는데, 큰 직사각형 안에 있는 작은 직사각형의 제시 위치가 시행에 따라 바뀌었다. 본 실험 3에서는 작은 직사각형이 주의창 역할을 하는 것으로 규정되고, 큰 직사각형은 주의창의 위치를 분명히 하는 틀로 간주하였다. 두 직사각형 모두 흰색 (VGA에서 White)으로 크기는 각각 $5 \times 3.5 \text{ cm}$ ($3.58 \times 2.51^\circ$), $1.7 \times 0.9 \text{ cm}$ ($1.22 \times 0.64^\circ$)였고, 주의

을 만들었다. 자극색은 빨강 (15.7 cd/m^2), 초록 (14.2 cd/m^2), 및 파랑 (15.3 cd/m^2)이었고, 각 색의 명도는 가능한 비슷하도록 하였다. 후차폐로는 $1.5 \times 0.6 \text{ cm}$ ($1.07 \times 0.43^\circ$)의 직사각형 안에 약 $1.7 \times 1.7 \text{ mm}$ 의 색조각을 격자무늬로 제시하였다 (9×3). 격자무늬에 사용된 색은 자극에 사용된 색과 같았다. 한 격자와 바로 이어진 격자에 같은 색이 사용되지 않았고, 같은 수의 격자에 각각의 색이 배정되었다. 보고해야 할 표적의 위치를 정하는 단서로 $1 \times 4 \text{ mm}$ 의 흰선이 표적이 되는 자극의 2 mm (0.14°) 아래 후차폐와 함께 제시되었다. 실험 3의 주요 조건별 자극판은 그림 3에 제시되어 있다.

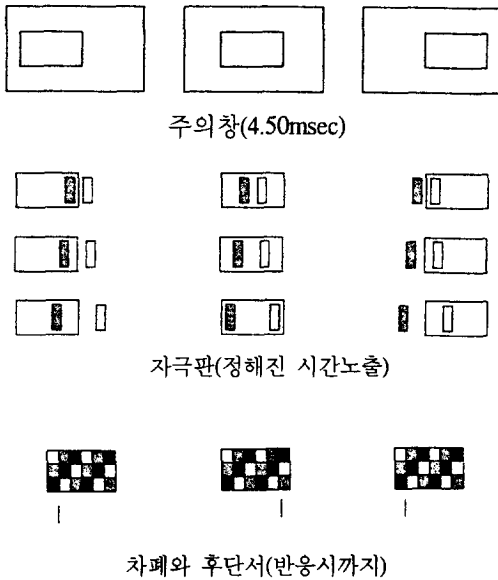


그림 3. 실험 3의 자극판과 절차 예

창의 제시 위치는 각각 중앙, 좌 그리고 우였다 (그림 3). 자극으로는 화면의 중앙에 $2 \times 6 \text{ mm}$ ($0.14 \times 0.43^\circ$)의 두 막대가 제시되었는데, 이들간의 거리는 근접 (약 1 mm , 0.07°), 가까운 (6 mm , 0.43°), 먼 (11 mm , 0.79°)의 세 조건

절 차. 피험자들에게 자극을 조건별로 하나씩 보여 주면서 주의창의 위치에 먼저 주의를 기울이도록 하였다. 그 다음 각 표적색이 모두 같은 비율로 무선적으로 제시되고, 두 자극이 서로 같은 경우와 다른 경우의 비율도 같으며, 표적 위치를 정하는 후단서 또한 왼쪽과 오른쪽에 같은 비율로 제시된다고 설명하였다. 특정 자극에 대한 편중을 막기 위해 잘 보지 못한 경우 세 표적색을 가능한 같은 비율로 택해 응답하도록 하였다.

한 시행의 절차는 다음과 같았다. 먼저 작은 직사각형으로 이루어진 주의창이 모니터의 중앙, 좌 또는 우에 약 450 ms 동안 제시되었다. 전차폐가 사라진 다음 자극판이 각 피험자 당 정해진 시간동안 제시되었다. 자극판이 사라지면 후차폐와 함께 후단서가 반응할 때까지 제시되었다. 피험자들은 후단서가 지정한 위치에 나타났던 표적자극의 색에 따라 색종이로 표시된 자판의 키 (빨강은 “,”, 초록은 “.”, 파랑은 “/”)를 눌러 보고하였다. 피험자들에게 보고의 속도는 중요하지 않고, 정확한 반응이 중요함을 알려 주었다. 피험자가 반응을 한 1 초 후에 같은 절차의 시행이 반복되었다. 실험 3은 연습 48 시행, 역측정 및 본 실험 288 시행으로 구성되었다. 연습시행에서는 자판을 무선적으로 48

표 4. 실험 3의 조건별 평균 정반응률 (%) 및 표준오차

	근접		가까운		먼	
	내부	외부	내부	외부	내부	외부
반복	72 (2)	53 (2)	69 (1)	55 (2)	70 (2)	65 (2)
비반복	64 (2)	51 (2)	77 (2)	66 (2)	81 (2)	81 (2)

개 선택하여, 처음 24 시행 동안 약 900 ms (70hz에서 64 cycle)로 제시하다가 25-48 시행까지 차차 노출시간을 줄여 역 측정 전에 약 285 ms (70 hz에서 13 cycle)까지 낮추었다. 역측정 시행에서 피험자가 전체 수행의 60-70%를 정확히 보고할 수 있을 때까지 노출시간을 계단법으로 조정하였다. 본 실험 3에서는 주의창의 위치, 입력간의 거리, 자극판 (반복/비반복), 표적색, 후단서 위치 등이 같은 비율로 통제된 288 개의 자극판들이 무선적으로 제시되었다. 본 실험이 진행되는 동안에도 매 8 시행마다 정반응률을 계산하여 필요한 경우 노출시간을 조정하였다. 본 실험동안 피험자의 보고에 대한 피드백을 주지 않았다. 실험 3에 소요된 시간은 45분 정도였다.

설 계. 실험 3은 자극판 (반복/비반복) x 주의창 (내/외) x 거리 (근접/ 가까운/ 먼)의 3요인 반복측정설계를 사용하였다. 각각의 독립변인과 색의 종류, 후단서의 위치를 조합하여 288 시행이 산출되었다. 이 시행들의 절반에서는 주의창 내에 두 입력이 모두 제시된 반면, 나머지 절반에서 한 입력은 주의창 내에, 다른 입력은 밖에 제시되었다.

결과 및 논의

피험자들의 평균 노출시간은 37 ms (약 2.6 cycle)이었다. 각 조건별로 피험자들이 보인 정반응률은 표 4에 정리되어 있다. 표 4에 대한

변량분석 결과, 자극간의 거리가 멀수록 색을 정확히 탐지하는 정확반응률이 높았고, $F(2,19) = 56.2, p < .001$, 두 입력이 모두 주의창 내에 있을 경우가 외부에 한 자극이 있는 경우보다 10% 더 높은 정반응률을 보였다, $F(1,19) = 30.8, p < .001$. 반복조건이 비반복조건보다 6% 더 낮은 반응률, 즉 색깔반복맹이 관찰되었다, $F(1,19) = 20.0, p < .001$.

입력들간의 거리와 주의창의 유의한 상호작용이 있었다, $F(1,19) = 10.85, p < .001$. 이 결과는 다른 조건들에 비해 먼거리의 경우 내외간에 수행의 차이가 없었기 때문이다. 거리와 자극판간의 상호작용도 유의하였는데, $F(2,19) = 18.28, p < .001$, 이 상호작용은 근접조건은 5%의 정적반복효과를, 가까운 조건은 10%의 색깔반복맹, 먼조건은 14%의 색깔반복맹을 각기 보였기 때문이다. 주의창 내외와 자극판간에도 상호작용이 있었다, $F(1,19) = 9.0, p < .01$. 이는 두 색입력이 모두 주의창 내에 있을 때 3%의 약한 색깔반복맹이 있었으나, 그 중 한 입력이 주의창 밖에 있을 때 8%의 색깔반복맹이 관찰되었기 때문이다.

실험 3의 결과들은 색깔반복맹의 주요 원인이 반복되는 색입력에 대한 주의 몰입의 결여보다는 주의이동에 따른 억제적 영향때문임을 시사한다. 표 4에서도 알수 있듯이, 두 입력이 모두 주의창 내부에 제시되어 주의 몰입이 잘 된 경우에도 입력들간의 거리가 근접하면 정적반복효과가, 가까우면 이와 정반대로 색깔반복맹이 관찰되었기 때문이다. 표적이 주의창 외부

표 5. 한 입력이 주의창밖에 제시될 경우 조건별 평균정반응률 (%)과 표준오차

	근접		가까운		먼	
	표적내	표적외	표적내	표적외	표적내	표적외
반복	56 (3)	51 (2)	57 (3)	54 (3)	65 (4)	64 (3)
비반복	51 (3)	49 (4)	68 (2)	64 (3)	82 (3)	79 (3)

에 제시되어 주의몰입이 상대적으로 잘되지 않는 경우 거리조건에 따라 약한 정적반복효과, 또는 상당히 일관된 색깔반복맹이 관찰되었다. 따라서 주의몰입보다도 거리가 멀어짐에 따른 순차적 주의이동이 색깔반복맹의 더 중요한 기제임이 드러났다.

본 실험의 조건들 중 주의창 외부에 입력이 제시될 때 그 입력은 시행의 반에서는 표적으로 (따라서 방해자극은 주의창내에 있게됨), 나머지 반에서는 방해자극으로 (따라서 표적은 주의창내에 있음) 지정되었다. 표 5에는 표 4의 각 거리에 있어 외부조건을 표적이 주의창 내에 있는 경우와 주의창 밖에 있는 경우 그 수행을 나누어 정리한 결과이다. 가까운조건의 경우 표적이 주의창 내에 있을 때 11%의 색깔반복맹이, $F(1,19) = 6.6, p < .05$, 표적이 주의창 외부에 있을 때 역시 10%의 색깔반복맹이, $F(1,19) = 5.7, p < .05$ 관찰되었다. 먼조건의 경우 표적이 주의창 내에 있을 때 17%의 색깔반복맹이, $F(1,19) = 13.9, p < .001$, 주의창 외부에 있을 때 13%의 색깔반복맹이, $F(1,19) = 12.5, p < .001$ 또한 관찰되었다. 표적이 주의창 내에 있고, 방해자극이 밖에 있을 경우 표적이 주의몰입을 더 받았으므로 이 경우에는 색깔반복맹이 없거나 상당히 감소되었어야만 한다. 가까운조건과 먼조건 모두에서 표적이 주의창 내 또는 외에 있는 것과는 무관하게 색깔반복맹이 관찰되었다. 이러한 결과들은 표 4에서 살펴 본 결과와 마찬가지로 주의몰입설의 예언과 일치하지 않는다.

본 실험 3의 결과들은 수렴해서 주의몰입보다 주의이동이 지각적으로 제한된 상황에서 색깔반복맹을 초래할 가능성을 강하게 시사한다. 주의이동은 색깔반복맹을 어떻게 초래하는가? 첫째, 지각적으로 제한된 상황에서 후단서가 지정하는 표적 위치로 주의가 이동해야 하는데 비반복조건에 비해 반복조건의 경우 그 위치 불확실성에 따른 혼동이 더 클 수 있다. 그 까닭은 이 조건의 두 위치에 물리적으로 비슷한 입력들이 제시되었기 때문이다. 다른 가능성으로, 주의가 이동한다는 것은 앞서 처리한 것과 다른 입력을 처리할 것으로 예상하는데 반복조건의 경우 이러한 예상이 맞지 않고 이 때문에 주의이동의 정확성이 결여될 수 있다. 셋째, 후단서가 제시되었을 때 이미 '방해자극이 처리되었다면 이를 무시하고 표적으로 지정된 위치로 주의가 이동해야 하는데, 반복조건의 경우 방금 무시한 색입력이 다시 표적으로 지정되므로 이러한 억제때문에 표적색의 탐지가 저조할 가능성이 있다. 비반복조건의 경우 방해자극이 다르므로 이러한 가능성은 희박하다. 지금 언급된 여러 가능성 중 어느 기제가 주의이동과 직접 관련되는지 차후의 연구에서 밝혀져야 한다.

실험 4. 주의창과 제시시간 단축의 효과

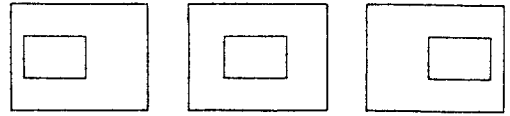
색깔반복맹의 배후 기제로 주의몰입, 주의이동 및 주의이탈이 제안되고, 실험 3에서 주의몰

입과 주의이동가설의 예언들이 검증되었다. 실험 3의 한 문제점이 지적될 수 있는데, 이는 입력간의 거리 변화에 따라 주의몰입의 정도가 달라질 수 있다는 점이다. 실험 4에서는 거리를 통제된 상황에서 주의몰입과 주의이탈가설의 예언들을 검증하려 한다. 주의이탈설은 반복되는 색자극에 주의가 몰입하더라도 이미 처리한 색이므로 주의가 빨리 이탈하는 반면, 반복되지 않는 색자극에는 이러한 이탈 가능성이 적어서 색깔반복맹이 초래된다고 주장한다. 이 가설의 예언은 실험 3과 같은 상황, 즉 주의창으로 두 자극 또는 한 자극에 주의를 용이하게 몰입시키도록 한 상황에서 입력 자극의 제시시간을 단축시키는 조작으로 검토할 수 있다. 두 입력이 동시에 제시되고, 주의창 때문에 주의몰입을 받아도 그 중 한 입력이 짧게 제시되면 계속 제시되는 입력에 비해 주의가 이탈할 가능성이 커지며, 주의가 이탈된 입력이 표적으로 지정될 경우 색깔반복맹이 일어날 것이다. 만약 색깔반복맹이 반복되는 자극에 대한 주의이탈에서 비롯된다면, 반복되는 표적이 짧게 제시될 때가 그렇지 않을 때에 비해 더 큰 반복맹을 보여야 할 것이다.

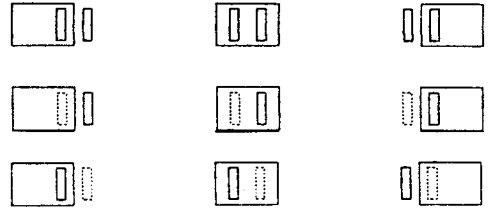
주의몰입설은 입력의 제시시간을 단축시키는 상황에서 반복되는 표적이 더 일찍 사라지는 조건에서도 색깔반복맹이 일어나지 않을 것을 예언한다. 그 까닭은 주의창에 의해 입력에 대한 주의몰입이 가속화되기 때문에 반복되는 표적입력이 주의창 내에 있거나 하면 그 색정보가 제대로 처리되기 때문이다. 주의몰입설은 실험 3과 마찬가지로 주의창내에 입력이 제시될 경우 색깔반복맹이 사라지는 반면, 주의창 밖에 제시될 경우 큰 색깔반복맹을 예언한다.

방 법

피험자. 심리학개론을 수강하는 15명의 서울대 학부생들이 과목 이수 요건으로 실험 4에 참여하였다. 피험자들의 시력 또는 교정된 시력



주의창(4.50msec)



자극판(정해진 노출시간)



차폐와 후단서(반응시까지)

(점선은 사라지는 경우, 실선은 남아있는 경우)

그림 4. 실험 4의 자극과 절차도식

은 정상이었고, 색채시에 이상이 있는 피험자는 없었다.

기 구. 실험 3에서 사용된 것과 동일한 기구 및 장치를 사용하였다.

자극판. 자극판, 주의창 및 후차폐의 구성은 실험 3과 같았다. 실험 4에서는 실험 3에서 색깔반복맹을 보인 가까운 거리 (6 mm)에 두 자극을 배치하였다. 자극으로 이용된 세 표적색의 명도도 실험 3과 같았다.

절 차. 지시, 연습시행, 및 본 시행 등에서 실험 3과 같았다. 역측정 시행에서 피험자가 표적색의 보고를 60-70% 정확히 할 수 있을 때까지 노출시간을 계단법으로 측정하였다. 실험

4에서는 최소 노출시간은 표적이 사라지는 조건은 1 cycle (14 ms), 유지되는 조건은 그 두배인 2 cycle (29 ms)이었다. 본 실험시행에서는 표적의 유지여부, 주의창 위치, 자극판 (반복/비반복), 표적색 및 후단서 위치 등이 같은 비율로 통제된 288개 자극판들이 무선적으로 제시되었다. 노출시간의 재조정 등도 실험 3과 같았다. 실험 2의 자극판과 절차는 그림 4와 같다.

설 계. 실험 4는 주의창 (모두 내/ 표적내 / 표적외) x 자극의 사라짐 (모두 유지/ 왼쪽 사라짐/ 오른쪽 사라짐) x 자극판 (반복/ 비반복) 의 3 요인반복측정 설계를 사용하였다.

결과 및 논의

실험 4에 참여한 피험자들의 평균 노출시간은 31 ms (약 2.2 cycles)였다. 이들이 각 조건별로 보인 정반응률은 표 6에 정리되어 있다. 표 6에 정리된 결과들에 대해 변량분석을 하였다. 표적만 유지되는 조건이 표적과 방해자극이 모두 유지되거나, 표적이 사라지는 조건에 비해 더 나은 수행을 보였다, $F(1,14) = 5.52, p < .05, F(1,14) = 145.97, p < .001$. 표적과 방해자극이 모두 유지되는 조건이 표적이 사라지는 조건에 비해 역시 더 나은 수행을 보였다, $F(1,14) = 97.98, p < .001$. 두 자극 모두가 주의창 내에 제시된 조건이 표적이거나 방해자극이 주의창 내에 제시된 조건에 비해 더 나은 수행을 보였다, $F(1,14) = 5.22, p < .05, F(1,14) = 15.23, p < .01$. 반복조건이 비반복조건에 비해 14% 더 낮은 수행, 즉 색깔반복맹이 있었다, $F(1,14) = 63.34, p < .001$.

표적의 유지여부와 자극판의 상호작용이 유의하였다, $F(2,28) = 16.57, p < .001$. 이는 표 6에서 알수 있듯이, 표적이 사라지는 경우 20% 이상의 색깔반복맹이 관찰된 반면, 표적이 유지되고 방해자극이 사라진 경우 3%에서 4%의 약한 색깔반복맹이 있었기 때문이다. 표적의 유지

여부와 주의창의 상호작용 역시 유의하였다, $F(2,28) = 4.06, p < .01$. 이 결과는 표적이 사라진 경우 주의창의 효과가 없는 반면, 두 자극이 모두 유지되거나 표적이 유지된 조건에서는 주의창 효과가 있었기 때문이다. 이러한 결과들에서 다음과 같은 패턴이 드러난다. 즉 방해자극에서 주의가 이탈하면 (방해자극이 사라진 조건의 경우) 감소된 색깔반복맹이 관찰되지만, 방해자극이 있으면 그 억제적 영향때문에 색깔반복맹이 관찰된다. 방해자극이 주의창 밖에 제시되었을 경우 주의를 포착해서 표적에 대한 주의몰입을 어렵게 하고, 그 결과 큰 색깔반복맹이 생긴다. 또한 표적에서 주의를 이탈할 경우 방해자극이 주의를 포착하게 되어 큰 색깔반복맹이 초래된다.

표 6의 결과들 중 두 입력을 모두 유지할 경우 표적내조건과 표적외조건은 표 5에 정리된 결과들 중 두 입력이 가까울 경우의 표적내와 표적외조건과 실제로 같은 상황이다. 표 5와 6을 비교해 보면 표적내와 표적외조건들이 상당히 비슷한 크기의 색깔반복맹을 보이고 있음을 주목할 수 있다.

실험 4는 자극판의 두 색입력의 거리를 6 mm로 고정하고 주의몰입과 주의이탈에 영향을 주는 것으로 가정한 주의창과 표적유지 변인의 상대적 효과를 검토하였다. 표 6에 나타난 결과들을 보면, 반복조건의 경우 표적이 사라지는 경우가 표적이 유지되는 경우에 비해 훨씬 낮은 정확보고율을 보였다. 비반복조건의 경우 표적이 사라지는 경우가 표적이 유지되는 조건에 비해 그 정확보고율이 떨어지지만, 앞의 결과처럼 그렇게 심하지 않다. 이 결과들을 종합해 보면, 주의창조작으로 표적에 주의가 쉽게 몰입하였을 때도 그 표적에서 주의가 이탈할 경우 큰 색깔반복맹이 초래됨을 알 수 있다. 실험 4의 결과들은 주의몰입설보다 주의이탈설의 예언과 일치한다. 실험 4에서 두 입력이 떨어져 제시되어 주의가 이동해야 하는데도 방해자극이 사라진 경우 색깔반복맹이 없어지므로 주의

표 6. 실험 4의 조건별 평균 정반응률 (%)과 표준오차

	모두 유지			표적 유지			표적 사라짐		
	모두내	표적내	표적외	모두내	표적내	표적외	모두내	표적내	표적외
반복	86 (2)	71 (4)	80 (2)	88 (1)	78 (4)	82 (3)	56 (3)	59 (4)	49 (4)
비반복	92 (2)	85 (3)	89 (2)	92 (1)	92 (2)	85 (3)	83 (3)	79 (5)	75 (4)

이동에 의한 이 효과는 부차적인 것으로 간주된다.

전체 논의

본 연구는 색깔반복맹(Kanwisher, 1991; Kanwisher 등, 1993; 박형생, 1988; Kim & Park, 1994)에 대한 상대가설들을 검토하면서, 특히 주의의 세 성분, 즉 몰입, 이동 및 이탈 중 어느 성분이 지각적으로 제한된 상황에서 일관되게 관찰되는 색깔반복맹의 원인인지를 새 변인들을 조작하여 검토하였다. 실험 1은 Kanwisher 등 (1993)이 보고한 색깔반복맹이 토큰개별화실패 보다는 입력의 명도가 다르기 때문에 초래되었음을 밝혔고, 실험 2는 색깔반복맹이 주의이동에 기인할 가능성을 밝혔다. 실험 3은 주의몰입과 주의이동가설의 예언들을 주의창 및 색자극 간의 거리를 변화시켜 만든 조건들에서 그 수행들을 비교하였다. 그 결과 주의이동설의 예언과 일치하는 결과를 얻었다. 실험 4는 주의 이동을 통제된 상황에서 주의몰입과 주의이탈가설의 예언들을 주의창 및 표적유지여부를 조작하여 검토하였다. 이 실험에서도 주의몰입보다 주의이탈이 주요한 색깔반복맹의 기제임을 시사하는 결과를 얻었다. 실험 3과 4에서 주의몰입보다 다른 주의성분들이 색깔반복맹에 기여함을 보여주는 일관된 결과를 얻었다.

본 연구의 실험 3과 4는 주의창으로 조작된 주의몰입이 지각적으로 제한된 상황에서 표적

의 처리에 기여하고 있음을 보여준다. 그러나 450 ms의 주의창 제시로 촉발되었을 표적에 대한 주의몰입이 색깔반복맹을 방지할 정도로 강력하게 작용하지 못한 것으로 보인다. 실험 3의 경우 표적이 주의창 내에 제시되었을 때는 밖에 제시되었을 때와 비슷한 크기의 색깔반복맹이 관찰되었다. 또한 표적의 유지여부를 조작한 실험 4에서 표적이 주의창 내에 있을 때 평균 14%의 색깔반복맹이, 밖에 있을 때 평균 13%의 색깔반복맹이 있었다. 이 결과는 주의창으로 반복조건의 표적 입력에 주의몰입을 촉진시키더라도 색깔반복맹이 계속 관찰됨을 보여준다. 따라서 이러한 결과들은 주의몰입이 색깔반복맹의 주요 원인일 가능성을 부정한다.

실험 4의 결과들 중 표적이 사라질 때 관찰된 매우 큰 색깔반복맹은 표적이 주의몰입을 받더라도 사라지면 반복되지 않는 색 보다 반복되는 색의 처리가 상당히 어려움을 보여준다. 사라진 표적에서 주의가 이탈하면서 또한 방해자극이 시발시킨 억제기제 (inhibitory mechanism)가 반복되는 색표상에 작용하여 그 색이 탐지되기 힘들게 만들었을 것이다. 표적이 사라질 경우 더 길게 제시되는 방해자극이 주의를 포착하며, 이 때문에 방해자극과 같은 색이 강하게 억제된다 (Kwak, Kim & Park, 1993; 김정오와 이상훈, 1994). 반면, 비반복조건의 경우 표적이 사라지더라도 방해자극이 다른 색이므로 표적색의 부호가 억제되지 않는다.

색깔반복맹에 대한 Kim과 Park (1994), Kanwisher (1991) 또는 Kanwisher 등 (1993)의

설명을 직접 검토한 본 연구의 네 실험에서는 이들이 제안한 주의몰입 또는 주의이동설의 예언과는 달리 주의이탈이, 다시 말하면 반복되는 표적색으로부터 주의이탈이 색깔반복맹의 직접적인 원인임을 시사하는 결과를 얻었다. 본 연구의 네 실험결과는 비반복 자극판에 대한 반응편중으로 설명할 수 없는데, 그 까닭은 주의창, 입력 거리, 또는 표적유지 여부에 따라 색깔반복맹이 약화되거나 사라지는 경우가 많기 때문이다. 같은 이유로 Kanwisher (1991)의 색깔반복맹에 대한 토큰-타입 결합실패설이 본 연구의 결과들을 설명할 수 없다. 주의창으로 사전에 지정된 위치들에 입력이 제시될 경우 이 입력들은 그 일화적 부호인 토큰과 장기기억에 저장된 색에 대한 타입 정보가 쉽게 연결될 수 있을 것이다. 그러나 표 4과 6의 결과들은 비록 주의창 내조건이 감소된 색깔반복맹을 보이지만, 이 효과가 사라지지 않음을 보여준다. 따라서 토큰-타입 결합실패설이 본 연구의 실험 3과 4의 결과를 설명하기 힘들다.

입력들간의 거리에 따라 달라지는 색깔반복맹을 주의이동설과는 다르게 설명할 수 없는가? 시각주의를 그 중심부에 촉진적, 그 말초부에 억제적 영역을 가지고 있는 일종의 언덕 (gradient)으로 간주하여 (LaBerge & Brown, 1989) 거리에 따른 색깔반복맹을 설명할 수 있는가? 이 가설에 따르면, 두 입력의 거리가 멀수록 한 입력은 주변 억제부위에 떨어지게 되고 이것이 방해자극일 경우 중심부에 있는 표적의 처리가 억제될 것이다. 이 가설의 한 문제는 두 입력의 거리가 가까우면 더 큰 억제가, 거리가 멀면 약한 억제를 예상하는데, 실험 3의 결과는 이러한 예상과 일치하지 않는다.

본 연구의 네 실험을 종합해 볼 때, 색깔반복맹은 일차적으로는 반복되는 색으로부터 주의이탈, 그리고 부차적으로는 주의이동에 의한 억제의 두 기제때문에 초래된 것으로 보인다. 앞으로 연구에서는 주의창 제시시간을 더 짧게 하여 어느 노출시간조건에서 주의창에 의한 주

의몰입효과가 상대적으로 더 큰지, 주의이동이 어떤 과정을 통해 (예, 억제, 부호가 다른 입력에 대한 기대 등) 색깔반복맹을 유발시키는 지 등이 밝혀져야 한다.

참 고 문 헌

- 김정오와 이상훈. (1994). 부적반복효과에 대한 억제적 주의포착설 및 그 상대가설들의 검증 (I). 한국심리학회 연차대회 학술발표논문집. 119-128.
- 김형준과 박우형. (1988). 색채정보처리에서의 자극반복효과. 미발표 학사학위 청구논문. 서울대학교.
- 박민규와 양기봉. (1988). 비대립색에서의 색채 반복효과. 미발표 학사학위 청구논문. 서울대학교.
- 박형생. (1988). 초기 시각에서 속성들의 반복효과. 미발표 석사학위 청구논문. 서울대학교 대학원.
- Bjork, E., & Murray, (1977). On the nature of input channels in visual processing. *Psychological Review*, 84, 472-484.
- Downing, C. J. (1988). Expectancy and visual-spatial attention: Effects and perceptual quality. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 14, 188-202.
- Kim, J.-O., & Kwak, H.-W. (1990). Stimulus repetition effects and dimension-feature distinction in alternative targets. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 16, 857-868.
- Kim, J.-O., & Park, M.-K. (1994). The positive and the negative color repetition effect. (manuscript in preparation).
- Kanwisher, N. (1991). Repetition blindness and

- illusory conjunctions. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 17, 404-421.
- Kanwisher, N., Driver, J., & Machadon, L. (1993). Spatial repetition blindness is modulated by selective attention to color or shape. (paper in submission).
- Kwak, H.-W., Kim, J.-O., & Park, M.-K. (1993). Time courses of the positive and negative repetition effects. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 19, 814-829.
- LaBerge, D., & Brown, V. (1989). Theory of attentional operations in shape identification. *Psychological Review*, 96, 101-124.
- Metha, A. B., Vingrys, A. J., & Badcock, D. R. (1993). Calibration of a color monitor for visual psychophysics. *Behavioral Research Methods, Instruments & Computers*, 25, 371-383.
- Posner, M. I., & Raichle, M. E. (1994). *Images of mind*. New York: Freeman.

Color Repetition blindness and Attention Processes

Jung-Oh Kim and Min-Kyu Park

Department of Psychology, Seoul National University

Both color repetition blindness (Kanwisher, 1991) and the negative color repetition effect (Park, 1988) refer to a poorer recognition of a repeated color than a nonrepeated color in perceptually-limited viewing conditions. Experiment 1 tested an input negation hypothesis that proposed that color repetition blindness (Kanwisher, Driver & Machadol, 1993) results from the negation of a repeated input based on brightness differences, rather than from the failure in token individuation. Experiment 2 explored whether attentional move is responsible for the negative color repetition effect as reported by Kim and Park (1994). These two experiments obtained results indicating that either color repetition blindness or the negative color repetition effect arises from input negation or attentional move. Experiments 3 and 4 examined which component of attention, engagement, move or disengagement, causes color repetition blindness by varying precue locations, distance between color inputs, and also by varying the exposure duration of each input. These two experiments showed that attentional disengagement is the most likely cause of color repetition blindness.