

## 글자 'A'와 음정 '도'는 빨간 색 공감각 중 감각과 색 간의 연합에 대한 개관

김채연, 김예슬\*, 김현웅\*\*

고려대학교 심리학과 교수

\*고려대학교 심리학과 석사과정

\*\*고려대학교 심리학과 석사과정

공감각은 하나의 감각 자극이 연관된 양태의 지각 경험과 함께, 일반적으로 연관이 없는 다른 양태의 지각 경험을 동시에 유발하는 현상이다. 인구 중 1% 이상으로 추산되는 공감각자들이 경험하는 공감각에는 다양한 유형이 존재하며, 공감각 유발 자극과 유발된 경험 간의 연합에도 개인차가 크게 나타난다. 그러나 이러한 다양성과 개인차에도 불구하고, 감각 자극이 공감각 색 경험을 유발하는 경우가 매우 빈번하며, 그 연합 관계에서도 임의성 이상의 일정한 양상이 관찰된다. 본 개관 논문에서는 지금까지 공감각 연구 분야에서 밝혀 온 감각과 색 간의 연합 양상에 대한 면밀한 검토를 통해 공감각 색이 감각의 어떤 측면과 주로 결부되는지 논의해보고자 한다. 이를 통해, 공감각자들 뿐만 아니라 일반인의 사고와 언어에 내재되어 있는 감각과 색 간의 연관성에 대한 방향 제시 및 디자인, 교육, 산업 분야의 응용에 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

주제어: 공감각, 색, 감각 연합

† 교신저자\_김채연 e-mail: chaikim@korea.ac.kr

† 본 연구는 2012학년도 고려대학교 문과대학 특별연구비에 의하여 수행되었음

## The Letter 'A' and the Musical Note 'C' are Red

A Review on Binding of Sensory Features and Colors in Synesthesia

**ChaiYoun Kim, YeSeul Kim\*, HyunWoong Kim\*\***

Professor, Dept. of Psychology, Korea University

\*Master Course, Dept. of Psychology, Korea University

\*\*Master Course, Dept. of Psychology, Korea University

Synesthesia is a condition under which a sensory stimulus induces unusual perceptual experience in ordinarily irrelevant modalities as well as a perceptual experience in the relevant modality. There exists a variety of types of synesthesia experienced by synesthetes who take up more than 1% of population. In addition, there are large individual differences in association between inducing stimuli and induced sensations. Despite the variety and individual difference in synesthesia, however, a sensory stimulus often induces synesthetic color experience, of which association seems not just arbitrary. This review discusses the non-arbitrary patterns of association between a sensory stimulus and synesthetic color shown in the synesthesia literature. This, in turn, will shed light on the tight coupling between a sense and a color inherent in thoughts and languages of individuals with as well as without synesthesia. We also seek for a possibility of applying such findings to the fields of design, education, and industry.

Keywords: Synesthesia, Color, Binding

† Corresponding Author\_ChaiYoun Kim e-mail: chaikim@korea.ac.kr

† This study was supported by College of Liberal Arts, Korea University Grant.

## 1. 서론

### 1.1. 연구 배경

#### 1.1.1. 공감각의 정의

공감각(synesthesia)이란 하나의 감각 자극이 그에 연관된 양태의 감각 경험과 동시에 일반적으로 연관되지 않는 다른 양태의 감각 경험을 유발하는 현상이다(김서경, 김채연, 2009; Cytowic, 1989). 공감각이란 용어 자체는 시적 표현의 일종으로 일반 대중에게 익숙하다. 예를 들어 김광균 시인의 시 중 '분수처럼 쏟아지는 푸른 종소리'라는 구절은 '종소리'라는 청각 자극을 '분수처럼 쏟아지는' 모양 및 '푸른' 색과 같은 시각에 빚대어 표현한 대표적인 공감각적 표현으로 널리 알려져 있다. 그러나 심리학 영역에서의 공감각 현상은 시적 표현이 아니라, 특별한 개인들에게서만 실제로 경험되는 현상을 뜻한다. 이러한 공감각자(synesthete)들은 특정 감각 자극이 주어질 때 연관 감각 경험과 함께 비공감각자에게는 경험되지 않는 일정한 다른 감각 경험을 동시에 갖게 된다. 공감각자들에 대한 신경과학적, 유전적 연구를 통해서 이들이 선천적으로 비공감각자들과 구별되는 요인을 지니고 있다는 것이 밝혀져 왔다(Asher 등, 2009; Rouw & Scholte, 2007, 2010; Weiss & Fink, 2009, 본 주제에 대한 리뷰를 위해서는 김채연, 2011; Kim & Blake, 2013 참고.). 연구에 따라 차이를 보이긴 하나 공감각자는 대략 전체 인구의 1%를 넘는 비중을 차지한다고 알려져 있다(Simner 등, 2006; Simner & Hubbard, 2013).

#### 1.1.2. 공감각의 특성

공감각은 이 경험을 유발하는 특정 자극이 존재하고, 그 자극에 의해 유발되는 경험이 항상 일정하다는 면에서 환각(hallucination)과 구별된다. 따라서 주관적 경험인 공감각은, 유발 자극과 유발된 경험 간의 연합이 임의적 선택에 지나는 것이 아니라 높은 일관성(consistency)을 지니는지 여부에 근거하여 객관적으로 판별되어 왔다. 공감각자의 공감각 경험이 일관적이라는 점에서 공통점을 지니는 반면, 개개 공감각자가 경험하는 감각 간의 연합은 개인특이성(idiosyncrasy)을 나타낸다. 예를 들어 피아노의 특정 음을 들을 때 색을 경험하는 공감각자 두 명이 있을 때, "C"음이 한 명에게는 노란 색, 다른 한 명에게는 초록 색 공감각을

유발할 수 있다는 것이다. 따라서 개인차(individual difference)는 공감각 연구에서 중요한 요인으로 고려되어 왔다.

#### 1.1.3. 공감각의 유형

두 가지 이상의 감각이 공존하는 공감각은, 따라서 존재하는 여러 양태의 감각의 조합에 따라 다양한 유형으로 나타난다. 예를 들어 앞 절에서 제시한 예와 같이 특정 청각 자극이 청각 경험과 함께 특정 시각 경험을 동반하는 공감각(Baron-Cohen, Wyke, & Binnie, 1987; Marks, 1975; Ward, Huckstep, & Tsakanikos, 2006)이 존재하는가 하면, 특정한 맛을 볼 때마다 특정한 모양을 만지는 듯한 공감각도 알려져 있다(Cytowic, 1993). 또한 공감각은 두 개의 상이한 감각 양태 간의 연합으로 나타나기도 하지만, 한 가지 감각 양태 내에서 두 개의 세부특징 간의 연합으로 나타나기도 한다. 예를 들어 많은 공감각자들이 경험하는 색-자소 공감각(grapheme-color synesthesia)은 특정 글자나 숫자를 볼 때, 특정 색을 함께 "보는" 경우로, 시각 내 세부특징 간의 연합을 대표한다. 더 나아가서 공감각은 때로 감각의 영역에 머무르지 않고 정서(emotion, Callejas, Acosta, & Lupianes, 2007; Hochel 등, 2009; Kay, Carmichael, Ruffell, & Simner, 2014; Ward, 2004)나 성격(personality, Smilek 등, 2007)을 포함하기도 한다. 따라서 이 모든 요소들의 가능한 조합은 수많은 공감각의 유형을 가능케 한다.

### 1.2. 연구 범위 및 목적

#### 1.2.1. 공감각 색

이처럼 다양한 공감각의 유형 중에서도 색의 관여는 단연 두드러진다. 738명의 자가 보고 공감각자들을 대상으로 한 공감각 유형 분석에 따르면, 공감각 유형 빈도 서열 40개 중 색이 관여된 유형이 14개에 해당되었다(공감각 연구자 Sean Day의 공감각 사이트 <http://www.daysyn.com>: Cytowic & Eagleman, 2009에서 재인용). 또한 이들 14개 유형은 공감각 유형 빈도 서열 상위 20개 내에 모두 포함되었을 뿐만 아니라, 상위 10개 중 9개를 점유했다. 한 가지 주목할 만한 사항은, 14개 유형 모두에서 색은 공감각 유발 자극이 아니라 유발된 감각이었다는 것이다(자소 --> 색(66.50%), 시간 단위 --> 색(22.80%), 음악 소리 -->

색(18.50%), 소리 일반 --> 색(14.50%), 음소(phoneme) --> 색(9.90%), 음표 --> 색(9.60%), 냄새 --> 색(6.80%), 맛 --> 색(6.60%), 통증 --> 색(5.80%), 성격 --> 색(5.50%), 촉각 --> 색(4%), 온도 --> 색(2.40%), 절정감각 --> 색(1%), 정서 --> 색(1%). 다시 말해, 색 자극이 특정 감각을 유발하는 경우보다 특정 감각에 의해 색 경험이 유발되는 경우가 압도적으로 빈번하다.

### 1.2.2. 인지 과제에서 색의 역할

이처럼 공감각에서 색이 유발된 주요 감각 경험으로 발현되는 원인이 무엇인지 구명하는 것은 흥미로운 주제이지만 본 개관 논문의 범위를 벗어난다. 이보다 본 논문에서는 공감각 색 연합 양상에 대한 고찰을 통해 일반적인 색의 기능과 역할과의 연결 고리를 찾고자 한다.

색이 다양한 지각 및 인지 과제에서 특별한 위치를 점하고 있다는 것은 여러 연구를 통해 잘 밝혀져 왔다. 일례로, 많은 방해 자극들 중에서 목표 자극을 찾아나가는 시각 탐지 과제 중 방해 자극과 구별되는 색을 지닌 목표 자극은 더 쉽고 효율적으로 탐지된다(D'Zmura, 1991; Wolf, 1998). 시각적 조직화에 대한 게스탈트 원리에 있어서도 색은 중요한 집단화 단서로 간주된다(Rock, Nijhawan, Palmer, & Tudor, 1992). 이와 같은 인지심리학적 연구 결과는 인간 요인으로서 색의 디자인 응용에 활용되기도 하였다(Christ, 1975). 시각 자극에 색이 활용될 때, 이에 대한 기억이 증진된다는 연구 결과 또한 보고된 바 있다(Wichmann, Sharpe, & Gegenfurtner, 2002). 이러한 연구 결과들은 감각 자극이 색과 연합될 때 다양한 지각, 인지 과제에서 수행의 향상과 연합되는 것과 그 응용가능성을 시사한다.

그렇다면 물리적으로 존재하지 않는 공감각 색 경험도 실제 색과 같은 역할을 수행할 수 있을까?

### 1.2.3. 연구 구성

본 개관 논문에서는 지난 수십 여 년 간 공감각 연구 분야에서 보고되어 온 특정 세부 감각 특징과 특정 색 간의 연합 양상을 다각적으로 검토(2-1절)하고, 공감각 색도 실제 색과 같이 인지 과제 수행 향상에 영향을 주는지에 관한 연구 성과에 대해서 고찰(2-2절)하고자 한다. 모두에서 다룬 바와 같이, 공감각 연합에는 개인적 특이성 및 개인차가 두드러지게 나타난다. 하지만

수많은 공감각 사례 및 연구 성과의 축적을 통해 개별 감각과 유발된 공감각 간의 연합이 단지 임의적이지 않고 일정한 패턴을 지니고 있음이 드러나기 시작했다. 본 개관 논문은 자동적이고 구체적인 공감각 색의 연합 패턴에 대한 면밀한 분석을 통해, 일반적으로 색이 중요하게 활용되는 디자인 및 기타 산업 분야, 그리고 교육 장면에 활용될 수 있는 정보를 제공하고자 한다.

## 2. 색과 특정 감각 세부특징 간의 연합 양상

### 2.1. 색-자소 공감각

글자나 숫자를 볼 때 특정 색을 함께 경험하는 색-자소 공감각(grapheme-color synesthesia)은 가장 빈번하게 발현되는 공감각의 유형 중 하나로 여겨지고 있고, 그와 관련된 연구 또한 공감각 연구 중 가장 높은 비중을 차지하고 있다(Day, 2005; Rich, Bradshaw, & Mattingley, 2005). 그러므로 본 절에서는 색-자소 공감각 연구 성과를 통해 밝혀진 자소와 색 간의 연합 관계를 살펴보고자 한다.

#### 2.1.1. 형태와 공감각 색

색-자소 공감각 연구를 통해 밝혀진 바, 공감각 색과 연관을 갖는 첫 번째 요소는 대표적 시각 특징 중 하나인 형태이다. 라틴 알파벳 글자를 볼 때 색을 경험하는 영어모국어 사용 공감각자들을 대상으로 무채색 알파벳 글자를 제시하고, 경험되는 공감각색을 보고하도록 한 색-매칭 테스트 결과, 형태가 유사한 글자들이 유사한 공감각색을 유발한다는 결과가 관찰되었다(Brang, Rouw, Ramachandran, & Coulson, 2011; Hubbard, Ambrosio, Azoulay, & Ramachandran, 2005; Watson, Akins, & Enns, 2012). 특히 Hubbard 등(2005)의 연구에서는 형태가 유사한 글자들로 'K, V, W, X, Y'와 'C, U, D, O, Q'의 두 자극 집단을 선정하였다. 자소의 형태와 공감각 색 간에 상관을 나타낸 특정 공감각자의 경우 U는 갈색, D는 갈색 혹은 주황으로 경험되어 곡선 형태가 주로 '따뜻하고' 밝은 색 계열과 연관되는 사례를 제공하였다.

일본어 모국어 사용자를 대상으로 일본어 가타카나, 히라가나, 간지 자소와 연관되는 공감각색을 조사한 연구(Asano & Yokosawa, 2011; 2012)나, 한국어 다중언어 공감각자를 대상으로 한글 및 가타카나, 히라가

나, 라틴알파벳 자소와 연관된 공감각색을 비교한 연구 (Shin & Kim, 2014)에서도 형태가 유사한 자소들이 유사한 공감각색을 야기하는 경향이 관찰되었다.

Shin과 Kim(2014)의 연구의 대상인 모국어 이외의 언어에서도 색을 경험하는 공감각자의 경우, 글자의 형태와 공감각 색 간의 연관관계를 좀 더 상세히 연구할 수 있는 기회를 제공한다. 또 다른 사례로 Rich 등 (2005)의 연구에서도 공감각자 KT는 모국어인 영어와 제2 언어인 그리스어 모두에서 공감각 색을 경험했다. 영어의 라틴 알파벳과 형태가 유사한 그리스어 자소의 경우, 발음되는 소리가 다르더라도 형태가 비슷한 라틴 알파벳이 유발하는 공감각 색과 동일한 색을 유발하였다. 예를 들어, 그리스어의 'β'는 영어의 'V'로 발음되지만 알파벳 'B'가 유발하는 갈색과 같은 색을 유발하였다('V'의 경우 회색, Rich 등, 2005). 또 다른 연구에서 영어를 모국어로, 러시아어를 제2 언어로 사용하는 공감각자의 경우에도, 모국어의 자소와 형태가 비슷한 외국어의 자소는 유사한 공감각 색을 유발했다. 예를 들어, 영어 알파벳의 'R'과 러시아어의 'Я'은 모두 보라색과 연관되었다(Mills 등, 2002; Witthoft & Winawer, 2006).

### 2.1.2. 배열 위치와 공감각 색

형태와 함께 색-자소 공감각에서 공감각색과 상관을 보이는 요인으로 여러 연구에서 주목한 것은 자소가 지니는 배열 위치 및 순서였다. 일례로 영어 사용 공감각자를 대상으로 한 연구에서는 자소의 라틴알파벳 목록 상 순서에서 거리가 가까운 자소들 간에 공감각 색의 유사성이 더 두드러지게 나타났다(Watson 등, 2012).

Ward, Simner와 Auyeung(2005)의 연구에서는 단어의 공감각 색이 단어를 구성하는 자소 중 어떤 위치에 해당하는 자소의 공감각 색과 연관이 깊은지 살펴 보았다. 그 결과, 단어의 첫 자소, 특히 첫 자음의 공감각 색과 전체 단어에서 경험되는 공감각 색 간의 일치 정도가 가장 높게 나타났다. 예를 들어 'd'가 갈색으로 경험되는 공감각자에게는 'deal'이라는 단어 전체도 갈색으로 물들어 보일 가능성이 크다는 것이다. 연관된 연구에서 Hung, Simner, Shillcock과 Eagleman(2014)은 중국인 공감각자들을 대상으로 영어와 구별되는 한자 내 부수의 배열 위치와 기능이 공감각색과 연관되는지 연구하였다. 실험 자극으로는 두 가지 부수로 구성된 형성자(예를 들어 '枯')들과 단일

부수로 이루어진 글자들(예를 들어 나무를 뜻하는 '木'과 옛 것을 뜻하는 '古' 등)이 사용되었다. 형성자를 구성하는 두 개 부수 중 하나(예를 들어 '木')는 글자의 의미를 담당하고, 또 다른 부수(예를 들어 '古')는 소리(발음)를 담당한다. 형성자가 유발하는 공감각 색과 그 형성자를 구성하는 부수들의 공감각 색 간에 차이를 색상, 채도, 명도로 나누어 비교하였다. 분석 결과, 명도 차이에 따른 분석에서는 부수의 위치에 따른 주효과가 나타났다. 형성자에서 오른쪽에 위치한 부수가 단일 부수로 제시되었을 경우 두 글자의 밝기가 가장 비슷했다. 채도에 따른 비교에서는 부수의 위치와 기능 간의 상호작용이 나타났다. 즉, 형성자가 유발하는 공감각 색의 채도는 그 형성자의 의미를 담당하는 부수의 것과 가장 유사했다. 특히, 의미 부수가 왼쪽에 제시될 때 그 효과가 더 컸다.

자소 목록 내, 혹은 단어 내에서 자소의 위치 배열이 공감각 색과 연관을 나타낸다는 연구 결과들은 목록, 혹은 단위 구성 요소들의 합으로서의 전체에 대한 학습된 기억이 연합된 색에 관여함을 시사한다.

### 2.1.3. 자소의 언어적 요인과 공감각 색

색-자소 공감각의 경우 시각 양태 내의 두 가지 세부 특징들 간의 연합이라는 측면이 주목되는 동시에, 자소라는 언어 단위 요소의 특징이 색과 연합되는 양상 또한 관심의 대상이 되어 왔다. 특히 심리언어학 분야나 언어 학습, 언어 발달 분야에서 이러한 측면에 주목하여 연구를 진행해 왔다.

#### 사용 빈도

자소의 언어적 요소 중 먼저 자소의 사용 빈도와 공감각 색 간의 상관관계가 주목을 받았다. 자소의 사용 빈도는 이에 의해 유발된 공감각 색의 명도(김예슬, 김채연, 2014; Beeli, Esslen, & Jancke, 2007; Smilek, Carriere, Dixon, & Merikle, 2007; Watson 등, 2012), 채도(김예슬, 김채연, 2014; Beeli 등, 2007; Smilek 등, 2007), 및 주파장으로 대변되는 색상(김예슬, 김채연, 2014; Herman, Suchow, & Alvarez, 2013)과 정적인 상관을 보였다. 다시 말해, 사용 빈도가 높은 자소일수록 더 밝고, 선명하며, 붉은 계열(장파장)의 색상과 연합되는 양상을 보인 것이다.

특히 한국인 다중언어 공감각자를 대상으로 한 연구에서는 자소 빈도와 명도, 채도, 색상 간의 정적 상관관계가 모국어인 한국어 자소에서는 뚜렷하게 나타나

나, 제2 언어인 영어의 라틴 알파벳 자소에서는 뚜렷하지 않음을 밝혔다. 예를 들어 한글 자음 가운데 ‘ㄱ’과 ‘ㄴ’은 표기, 발화 모두에서 사용 빈도가 높은 자소인데 둘 다 장파장, 즉 붉은 계열의 공감각 색을 유발했다. 반면 ‘ㅍ’과 ‘ㅌ’ 같은 저빈도의 자소는 단파장, 즉 푸른 계열의 공감각 색을 유발했다. 또한 이들 고빈도 모국어 자소들은 더 선명하고 밝은 공감각 색과 연관되었다(김예슬, 김채연, 2014).

또 다른 연구에서는 자소의 빈도와 그에 의해 유발된 공감각 색 용어의 사용빈도 간에 정적 상관관계가 관찰되었다(Simner 등, 2005). 예를 들어, 고빈도의 자소 중 하나인 ‘A’는 주로 고빈도 색채 용어인 ‘빨간색(red)’을 유발하는 경향이 있다.

### 소리

자소의 형태와 함께 공감각 색을 결정하는 주요 요인으로 가장 주목을 받고 있는 것이 소리이다. 특히 일본어(Asano & Yokosawa, 2011; 2012)와 한국어(Shin & Kim, 2014) 사용 공감각자들을 대상으로 한 연구들에서 소리가 유사한 자소들일수록 유사한 공감각 색을 유발하는 경향이 관찰되었다. 이들 연구는 형태 유사성과 공감각 색 간의 연관 관계도 규명하였지만, 소리에 의한 영향이 더 강하게 시사되었다. 이는 영어 사용 공감각자들이 라틴 알파벳 자소와 그 공감각 색에서 보이는 형태 요인의 주도적 영향과 대비된다.

또한 그리스어(Rich 등, 2005)나 러시아어(Mills 등, 2002; Witthoft & Winawer, 2006)를 제2 언어로 학습한 영어모국어 공감각자들의 경우, 제2 언어 자소에 대해서는 기본적으로 형태 유사성에 기반하여 모국어 기호의 공감각색을 따르는 경향이 있지만, 모국어에 형태가 유사한 자소가 존재하지 않을 경우, 소리가 유사한 자소의 색을 따르는 경향이 관찰되었다.

여러 자소로 구성된 영어 단어 중 강세가 위치하는 자소의 공감각색이 단어 전체의 공감각 색을 결정하는 경향 또한 자소의 음성적 측면이 공감각 색에 미치는 영향을 제시한 사례이다(Simner, Glover, & Mowat, 2006).

### 의미

자소, 혹은 자소의 집합인 단어가 지니는 의미가 유발되는 공감각 색에 미치는 영향 또한 다수의 연구들에서 주목해 왔다. 개별 자소가 의미를 지니는 한자의 특성을 활용한 연구에서 Hung 등(2014)의 연구자들은

한자 내 의미를 담당하는 부수의 공감각 색과 이 부수가 포함된 형성자의 공감각 색이 부수의 위치에 따라 상관관계를 보인다는 결과를 보고한 바 있다. 한국어인 다중 언어 공감각자들을 대상으로 한 연구에서는 숫자나 요일 같은 순서를 지니는 단어들을 여러 언어로 제시한 결과, 언어에 관계없이 동일한 의미를 지니는 단어들이 유사한 공감각 색과 연관됨을 보였다(Shin & Kim, 2014). 또한 의미가 동일한 단어가 유사한 소리까지 공유할 경우, 소리가 상이한 경우에 비해 유발하는 공감각 색의 유사성이 더 크게 나타나, 소리와 의미가 공감각 색에 미치는 영향이 가산적인 특성을 지님을 시사하였다.

의미와 연관된 공감각 색의 또 다른 특징 중 하나는, 색상 단어를 이루는 첫 자소가 그 색상을 유발하는 경향이다. 예를 들어, 일반적으로 ‘R’은 빨간색, ‘Y’는 노란색, ‘B’는 파란색을 유발하는 경향이 있으며(Rich 등, 2005), 다수의 한국어인 공감각자들의 경우에도 ‘ㄴ’을 노란 색으로 경험하는 경향이 있다(김서경, 김채연, 2009).

빈도, 소리, 의미 등 자소가 지니는 언어적 특징이 공감각 색을 결정하는 중요한 인자가 된다는 연구 결과들은 색-자소 공감각에서의 두 시각 세부 특징 간의 연합이 단지 감각의 문제만이 아니라 언어, 학습, 기억, 사고 등 다른 상위 인지적 요소들과 깊게 연관될 가능성을 제시한다.

## 2.2. 색청 공감각

색-자소 공감각이 시각적으로 제시된 자소에 의해 유발되는 색 경험을 의미하는 반면, 색청 공감각(colored hearing)은 청각적으로 제시된 소리에 의해 유발되는 색 경험을 뜻한다(Baron-Cohen 등, 1987; Marks, 1975; Ward 등, 2006). 색청 공감각에서 공감각 색 경험을 유발하는 소리의 종류는 다양하다. 그 소리가 음소 등의 언어적인 자극일 경우 색청 공감각은 색-자소 공감각을 동반하기도 하고, 단독으로 존재하기도 한다. 색청 공감각은 두 개의 상이한 감각 양태(시각과 청각) 간에 나타나는 연합의 경우로, 일반다중 감각통합에 시사점이 있다. 본 절에서는 색청 공감각 연구 성과를 통해 밝혀진 소리와 색 간의 연합 관계를 살펴보고자 한다.

### 2.2.1. 음악적 소리와 공감각 색

## 음정

음악적 소리의 기본 단위가 되는 개개 음정을 들을 때 특정한 색을 함께 경험하는 사례들의 보고는 그 역사가 상당히 길다. Simpson, Quinn과 Ausubel(1956)의 고전적 연구에서는 아이들이 특정 음정을 듣고 색을 선택하는 과제에서, 순음(pure tone)의 음정이 높을수록 노란색, 낮을수록 파란색과 연합하는 경향을 보고하였다.

성인 사례 연구에서 색청 공감각자 D는 다음과 같은 음정과 색 간의 연합을 보고하였다: A, 라벤더; B, 오렌지; C, 빨강; D, 파랑; E, 초록; F, 갈색; G, 검정 (Haack & Radocy, 1981). 기본적인 색조는 옥타브의 변화에 의해 영향을 받지 않았으나 높은 옥타브일수록 명도가 높아지는 경향을 보였다. Rogers(1987)의 연구에서도 색청 공감각자들에게서 음정 및 조성과의 연합의 일관적인 연합 양상이 관찰되었다. 각각의 공감각자들이 경험하는 음정과 색 간의 연합은 개인차를 보였지만, 이전 사례 연구들과 통합적으로 분석해 보았을 때, 전반적으로 C음은 흰 색 혹은 빨간 색과 연합되는 경향이 있었다(17명 중 14명). C음이 빨간색과 주로 연합되는 양상은 색-자소 공감각에서 알파벳 목록의 처음에 해당하는 글자 A가 빨간색과 주로 연합되는 양상에 비견될 수 있을 것이다. 또한 C음의 빈도도 고빈도-장파장 색 연관에 영향을 미치는 요인일 가능성이 있다. 참가자들은 또한 같은 음을 더 높은 옥타브에서 더 밝은 색조(shade)로 경험하였다.

음정과 색 간의 연합 양상에 대한 선행 연구 결과들은 높은 음정일수록 더 밝은 색과 연합되는 양상을 일관적으로 보여준다. 이는 높은 음에 대한 우리의 일상적 표현인 '밝은 소리', 혹은 '가벼운 소리'와도 연관되어 일반인에게 암묵적으로 내재된 감각 연합을 구체적으로 드러내는 것으로 파악될 수 있다. 최근의 한 연구에서는 색청 공감각자와 일반인 간의 집단 비교를 통해, 음정의 높이와 유발된 공감각 색 간의 상관성이 공감각자 집단보다 일반인 집단에서 더 뚜렷하게 나타남을 보고하였다(de Thornley Head, 2006). 이러한 차이는 음정과 색 간의 연합이 일반인에게서는 상위 수준의 개념적 연합의 성격이 강한 반면, 공감각자에게서는 그 영향이 상대적으로 적을 수 있음을 시사한다.

## 조성

Rogers(1987)의 연구에서 보고된 공감각자 사례들과 더불어 Carroll과 Greenberg(1962)의 연구에서도

조성(musical keys)과 색을 연합하는 색-청 공감각자들의 사례가 보고되었다. 시간적 간격을 두고 두 차례에 걸쳐 독립적으로 조성과의 연합을 보고하도록 한 결과 각 조성들이 매우 일관적인 색을 유발하는 것으로 나타났다. 이들은 공통적으로 C조를 흰 색과, G조를 노란 색과 연합하였고, 이외에는 서로 다른 색을 연합하였다.

## 2.2.2. 육성과 공감각 색

### 음성의 물리적 요소

인간의 육성에서 시각적 경험을 하는 공감각자 PS에 대한 사례 연구에서, PS와 비공감각자 통제 집단은 소리와 연합되는 색과 그것의 공간상 위치, 모양 및 크기를 보고하였다(Fernay, Reby, & Ward, 2012). PS는 통제집단보다 색조(hue), 종적 위치(vertical position), 횡적 위치(horizontal position)에서 통제집단에 비해 더 높은 검사-재검사 일관성을 나타냈다. 하지만 PS와 통제집단 모두에게서 높은 음정의 목소리는 더 높은 명도의 색과 그리고 더 높은 종적 위치와 연관되었다. 마찬가지로 PS와 통제집단 모두에서 화자의 성별은 음정의 높이와 독립적으로 연상되는 이미지의 크기에 영향을 주었으며, 여성보다 남성의 목소리일 때 더 낮고 면적이 넓었다. 또 다른 연구에서는 육성과 색 간의 연합을 경험하는 색청 공감각자 집단과 음성학자 집단, 그리고 일반인 통제집단에게 다양한 물리적 특징을 조작한 육성 자극을 청각적으로 제시하고, 이에 부합되는 색과 더불어 질감을 고르도록 하였다(Moos, Simmons, Simner, & Smith, 2013). 그 결과 세 집단에서 공통적으로 높은 음정의 목소리를 더 밝고 붉은 색과 연합하였고, 질감 측면에서는 "속삭이는(whispery)" 목소리를 연기 같은(smoke-like) 질감과, "거칠고(harsh)" "삐걱거리는(creaky)" 목소리를 건조하게 갈라진 토양(dry cracked soil)의 질감과 각각 연합하였다.

### 단어

색청 공감각자들에게 인간의 육성으로 단어를 들려주며 색-매칭테스트를 한 연구에서, 단어의 색은 첫 글자를 단독으로 들을 때 경험되는 색과 일치하는 결과를 보였다(Baron-Cohen, Harrison, Goldstein, & Wyke, 1993). 각각의 글자와 색 간의 연합은 개인차를 나타냈으나, 모음에서 규칙적인 패턴이 나타났다. 구체적으로 9명 중 8명에게서 'u'는 노랑-갈색 계열, 'i'는

흰색-밝은 회색 계열, 'o'는 흰색이 연합되는 경향을 보였다. 이러한 결과는 색-자소 공감각 연구에서 모음은 주로 밝거나 흰색, 혹은 무색과 연합되는 양상이 강하고, 색 연합은 주로 자음에 의해 주도되는 경향과 일치한다. 동일 연구진의 다른 연구에서는 비단어의 경우 하나의 공감각 색을 유발하기 보다는 단어를 구성하는 개개 글자색들의 조합으로 경험됨이 관찰되었다 (Baron-Cohen 등, 1987).

색청 공감각자를 대상으로 한 연구들은 그 역사는 길지만, 양과 질 면에서 색-자소 공감각자들을 대상으로 한 연구에 비해 부족한 측면이 있다. 그러나 현재까지 존재하는 증거들은 상당히 일관적인 결과를 제시한다. 즉 유발 자극의 종류와 무관하게 높은 소리가 더 밝은 색상과 명도와 연관되는 경향이 반복적으로 나타난다.

### 2.3. 색과 기타 감각

색-자소 공감각과 색-청 공감각 이외에도 냄새, 맛 등 화학적 감각 자극과 촉각 자극들도 공감각 색을 유발한다. 그러나 공감각 내에서 이러한 기타 감각들이 색과 연합되는 유형의 빈도는 시각과 청각의 유형에 비해 매우 낮다. 따라서 이러한 공감각적 연합에 관한 연구도 매우 드물다. 오히려, 일반인을 대상으로 냄새 자극을 제시한 후 연상되는 색을 고르도록 한 연구들은 간혹 발견되는데, 그 결과 냄새와 색 간에 일정한 연합 경향이 존재하며(Gilbert, Martin, & Kemp, 1996), 냄새 유발 물질의 본래 색(예를 들어 캐러멜 향은 갈색, Demattè, Sanabria, & Spence, 2006)이나 여성성, 남성성을 대표하는 색(남성적 향수는 푸른색, Zellner, McGarry, Mattern-McClory & Abreu, 2008) 등 예측가능한 일반적 연합 양상이 경험적으로 입증되기도 하였다. 이와 같은 연합은 향수, 화장품, 위생 용품 및 식품, 그리고 손으로 조작하는 도구 및 완구 등 다양한 산업 영역에 대한 함의가 매우 크므로, 앞으로의 연구 증대가 기대된다.

최근의 한 색-촉각 공감각자(EB)에 대한 사례 연구에서는 세 개의 촉각 척도(거침-매끈함, 단단함-연함, 뾰족함-몽툭함)로 구성된 18개의 물체들을 시각 정보가 차단된 상태에서 손으로 만진 후 떠오르는 색을 색상환(color wheel)에서 선택하도록 하였다(Simner &

Ludwig, 2012). 색-촉각 분석 결과 EB와 비공감각자 통제 집단은 공히 단단한 물체에서 연한 물체로 갈수록 더 높은 명도의 색을 선택하였다. EB가 경험하는 색의 채도는 거친 느낌에서 매끄러운 느낌으로 갈수록 감소하였다. 이러한 경향은 통제 집단 중 어린이들에게서만 반대의 방향으로 나타났다. 한편 어린이 통제 집단에서는 매끄러운 정도에 따라 명도의 차이를 보인 반면 EB는 유의미한 차이를 보이지 않았다.

위의 결과는, 신생아기에는 모든 인간이 공감각자이다가, 발달 단계에서 연합된 감각들이 분절되어, 성인이 되면 대부분 오직 암묵적인 수준에서만 이러한 연합이 존재한다는 신생아 공감각 가설(Neonatal synesthesia hypothesis, Maurer, 1993; Maurer & Mondlock, 2004)의 지지증거가 될 가능성이 있다. 이를 구체적으로 테스트하기 위해 연구진은 후속 연구에서 5세에서 74세 사이의 다양한 연령의 일반인 참가자들을 대상으로 선행 연구와 유사한 절차의 실험을 진행하였다(Ludwig & Simner, 2013). 그 결과 참가자들은 물체가 매끄러울수록, 연할수록, 몽툭할수록 더 높은 명도의 색과 연합하였다. 또한 물체가 매끄러울수록, 연할수록 더 높은 채도(chroma)의 색과 연합하였다. 이 중 채도의 효과는 어린이와 청소년 연령층에서만 유의미하게 나타났다. 이는 발달 과정을 통한 일정 공감각의 쇠퇴를 시사하므로 제안 가설에 대한 지지증거로 간주될 가능성이 있다.

지금까지 본 절에서 논의한 색과 특정 감각 세부 특징 간의 연합 양상에 대한 선행 연구 주요 결과를 표 1에 요약하였다.

## 3. 공감각 색의 연합은 인지 과제에 도움을 주는가

192명(150명의 색-자소 공감각자 포함)의 다양한 형태의 공감각을 경험하는 공감각자들을 대상으로 한 대단위 설문 연구에서, 공감각자들은 말하기, 쓰기 능력, 언어, 기억, 미술, 수학 등에 소질이 있다고 답변하였다(Rich 등, 2005). 이 중 136명의 공감각자들이 공감각색이 정보를 기억하는 데(예를 들어, 자동차 등록번호나 전화번호를 외우는 일에 도움을 준다고 대답했다. 또한 몇몇은 파일 정리와 같은 업무에도 공감각 색을 적용한다고 보고하였으며, 공감각 색이 수학, 특히

암산에 도움을 주거나 언어를 배울 때도 도움이 된다는 보고도 있었다.

<표 1> 색과 특정 감각 간의 연합 양상 연구 결과 요약

종류	색 결정 요인		연구 결과
색 - 자 소 공 감각	형태		유사한 형태의 글자들이 유사한 공감각 색을 유발함(Brang, Rouw, Ramachandran, & Coulson, 2011; Hubbard, Ambrosio, Azoulay, & Ramachandran, 2005; Watson, Akins, & Enns, 2012).
	배열위치		자소 목록 상 순서에서 거리가 가까운 자소일수록 유사한 공감각 색으로 경험됨(Watson 등, 2012).  단어 내에서 자소, 혹은 글자 내에서 부수의 위치와 공감각 색이 연관됨(Hung, Simner, Shillcock과 Eagleman, 2014; Ward, Simner, & Auyeung, 2005)
	언어	사 용 빈도	사용빈도가 높은 글자는 더 밝고, 선명하며 붉은 계열의 색상과 연합됨(김예슬, 김채연, 2014; Beeli, Esslen, & Jancke, 2007; Herman, Suchow, & Alvarez, 2013; Smilek, Carriere, Dixon, & Merikle, 2007; Watson 등, 2012).  사용빈도가 높은 자소는 역시 사용빈도가 높은 색 용어와 연합됨(Simner 등, 2005).
		소리	소리가 유사한 글자들은 유사한 공감각 색을 유발함(Asano & Yokosawa, 2011; 2012; Shin & Kim, 2014).
		의미	동일한 의미를 지닌 단어들은 유사한 공감각 색을 유발함(Shin & Kim, 2014).  색 단어의 첫 번째 자소는 해당 색이 공감각 색으로 경험됨(김서경, 김채연, 2009; Rich 등, 2005).
	색 청 공감각	음악	음정
조성			각 조성들이 일관적인 공감각 색을 유발함(Carroll & Greenberg, 1962; Rogers, 1987)
육성		물리적 요소	높은 음정의 목소리는 더 밝고 붉은 색을 유발함(Fernay, Reby, & Ward, 2012; Moos, Simmons, Simner, & Smith, 2013).
		단어	단어의 색은 첫 글자를 단독으로 들을 때 경험되는 색과 일치함(Baron-Cohen, Harrison, Goldstein, & Wyke, 1993).
색 - 촉 각 공 감각			연한 물체일수록 더 밝은 색과 연합되는 한편, 거친 물체일수록 더 선명한 색으로 경험됨(Ludwig & Simner, 2013; Simner & Ludwig, 2012).

과연 이러한 자가 보고에서처럼 공감각 색도 일반 색과 같이 인지 과제 수행에 도움을 주는가? 본 절에서는 이 질문에 대하여 기억과 수리 측면에 집중하여 연구 성과들을 논의해보겠다.

### 3.1. 공감각과 기억

Gross, Nearingard, Caldwell-Harris와 Cronin-Golomb(2011)의 연구에서는 표준화된 신경심리학적 측정 검사들을 통해 9명의 색-자소 공감각자 집단과 통제집단의 수행을 비교분석하였다. 검사의 범주는 공감각을 유발하는 언어검사(verbal tests)와 유발하지 않는 시공간적 검사(visuo-spatial tests)로 구분되었다. 공감각의 활용 여부와 관계없이 두 범주의 검사 모두에서 공감각자들은 통제집단보다 더 나은 수행을 보였으며 특히 정보처리의 초기 단계에서 경향이 유의했다. 이러한 결과는 공감각자들이 회상 단계보다는 부호화 단계에서 더 뛰어난 수행을 보인다는 것을 보여준다. 반면 또 다른 연구에서는 공감각자들이 비공감각자들에 비해 뛰어난 기억 수행을 보이는 것은 일화적 기억(episodic memory)에 국한되며, 이러한 경향 또한 언어 기억보다 시각 기억에서 뚜렷하다는 결과를 제시한다. 이러한 결과를 바탕으로 이들은 감각의 연합이 기억에 미치는 영향에 대해 조심스러운 접근을 취한다(Rothen & Meier, 2010).

하지만 기억 과제에서 제시된 숫자들이 공감각색과 불일치하는 경우에 수행이 저하되는 결과(Radvansky, Gibson, & McNerney, 2011; Smilek, Dixon, Cudahy, & Merikle, 2002)로 비추어볼 때, 공감각 색이 과제와 무관함에도 불구하고 기억에 영향을 미치고 있음을 알 수 있다.

이렇듯 공감각자의 우수한 기억 능력에 대해서는 색이라는 추가적인 시각 경험이 공감각 유발 자극에 대한 더 풍부한 부호화 및 인출 기회를 제공하기 때문이라는 설명이 가장 적합해 보인다. 하지만 공감각자들의 기억 능력이 단지 공감각 유발 자극에만 국한되지 않는다는 증거에 비추어, Rothen, Meier와 Ward(2012)는 공감각에 따른 기억 능력의 향상이 좀 더 넓은 범위의 인지체계와 연관될 가능성을 제안하기도 하였다.

### 3.2. 공감각과 수리

7-11세 사이의 색-자소 공감각 아동 6명을 대상으로 웨슬러 지능 검사를 활용한 연구에서 1명을 제외한 모두가 우수한 수리 능력을 나타냈으며 그중 3명은 월등히 뛰어난 능력을 보였다(Green & Goswami, 2008). 이렇듯 공감각자들이 일반 수리 능력에서 보이는 우수성이 얼마나, 어떠한 방식으로 연합된 색에 기인하는지에 대해서는 본격적인 연구 결과가 많지 않다.

다만 수리 과제에서 제시된 숫자들이 공감각색과 일치하는 경우에 수행의 향상이 나타나는 반면(Cohen-Kadosh & Henik, 2006), 불일치하는 경우에는 수행이 저하되는 결과(Cohen-Kadosh & Henik, 2006; Green & Goswami, 2008; Mills, Metzger, Foster, Valentine-Gresko, & Rickettes, 2009)에 비추어볼 때, 공감각 색이 과제와 무관함에도 불구하고 수리적 계산 과정에 개입하고 있음을 알 수 있다. 또한 계산 과제 중 일부 숫자를 공감각 색을 띤 도형으로 치환한 후, 계산 결과의 진위 여부를 추론하게 한 과제에서, 비공감각자들이 색으로 대체된 수의 개수에 관계없이 빠르게 반응한 반면, 공감각자들은 대체된 수가 많아질수록 반응 시간의 현저한 증가를 나타낸 결과(McCarthy, Barnes, Alvarez, & Caplovitz, 2013)를 통해서, 숫자와 색의 연합과정과 이 연합을 수학 계산에 적용하는 인지 과정을 추정할 수 있다.

#### 4. 결론

전술한 바와 같이, 공감각은 특별한 능력을 지닌 사람들에 관련된 현상이다. 그러나 만일 공감각에 대한 이해가 이들 특수한 개인들에 국한된 것이라면, 지난 수 십여 년 간 심리학뿐만 아니라 신경과학과 철학을 포함한 다양한 분야에서 공감각 분야에 집중된 수많은 연구들과 관심은 충분히 설명되기 어려울 것이다. 공감각에 대한 관심의 집중은 이 현상이 단지 흥미로울 뿐만 아니라, “공감각이 감각 세부 특징들 간의 연합, 주의의 역할, 더 나아가서 의식의 본질과 같은 (인간의 마음과 관련된) 보다 구체적인 질문들에 대한 통찰을 가능하게 하는 창으로서 활용될 수 있기(Treisman, 2005)” 때문이다.

실제로 본 논문의 모두에서 언급한 시적 표현으로서의 공감각 사례에서 볼 수 있는 바와 같이, 공감각자가 아닌 일반인들의 언어, 그로 대변되는 사고 체계 내에서 감각 간의 연합 양상을 쉽게 찾아볼 수 있다

(Ramachandran & Hubbard, 2001). 따라서 구체적이고 강력한 형태로 발현되는 공감각자들의 공감각 색 연합 양상에 대한 이해가, 일반인들의 여러 장면에서의 색에 관한 적절한 활용에 대한 함의를 지닐 수 있다.

일례로 주차 빌딩과 같이 위치를 기억해야하는 곳에서는 각 층 벽면과 엘리베이터 버튼 등에 숫자와 함께 구별되는 색을 활용하는 일이 빈번하다. 공감각 색 연합에 대한 연구 결과를 이에 활용하면 각 층에 해당하는 색을 임의로 배정하는 것보다, 높은 층일수록 더 밝은 색을 사용하는 것이 주차 위치 기억에 더 효과적일 가능성이 있다. 교육 분야에서는 숫자나 글자 모양의 유아용 교구에 형태나 소리와 연관되는 색을 고려하여 활용할 수 있을 것이다.

#### 참고문헌

1. 김서경, 김채연 (2009). 한국인 색-자소 공감각자의 공감각 경험에 대한 현상적 기술 및 실험적 입증. 한국심리학회지: 인지 및 생물, 21(4), 309-335.
2. 김예슬, 김채연 (2014). 색-자소 공감각에서 자소 사용빈도와 공감각 색 간의 상관. 한국심리학회지: 인지 및 생물, 26(3), 133-149.
3. 김채연 (2011). 공감각의 신경기전에 대한 연구 개관. 한국심리학회지, 30(1), 1-22.
4. Asano, M. & Yokosawa, K. (2011). Synesthetic colors are elicited by sound quality in Japanese synesthetes. *Consciousness and Cognition*, 20(4), 1816-1826.
5. Asano, M. & Yokosawa, K. (2012). Synesthetic colors for Japanese late acquired graphemes. *Consciousness and Cognition*, 21(2), 983-993.
6. Asher, J. E., Lamb, J. A., Brocklebank, D., Cazier, J-B., Maestrini, E., Addis, L., Sen, M., Baron-Cohen, S., & Monaco, A. P. (2009). A Whole-Genome Scan and Fine-Mapping Linkage Study of Auditory-Visual Synesthesia Reveals Evidence of Linkage to Chromosomes 2q24, 5q33, 6p12, and 12p12. *The American Journal of Human Genetics*, 84, 1-7.
7. Baron-Cohen, S., Harrison, J., Goldstein, A. H., Wyke, M. A. (1993). Coloured speech perception: Is synaesthesia what happens when modularity breaks down? *Perception*, 22, 419-426.
8. Baron-Cohen, S., Wyke, M. A., & Binnie, C. (1987). Hearing words and seeing colours: an experimental investigation of a case of synaesthesia. *Perception*, 16(6), 761-767.
9. Beeli, G., Esslen, M., & Jancke, L. (2007). Frequency

- correlates in grapheme-color synaesthesia. *Psychological Science*, 18(9), 788-792.
10. Brang, D., Rouw, R., Ramachandran, V.S., & Coulson, S. (2011). Similarly shaped letters evoke similar colors in grapheme-color synesthesia. *Neuropsychologia*, 49(5), 1355-1358.
  11. Callejas, A., Acosta, A., & Lupiáñez, J. (2007). Green love is ugly: Emotions elicited by synesthetic grapheme-color perceptions. *Brain Research*, 1127, 99-107.
  12. Carroll, J. B., & Greenberg, J. H. (1962). Two cases of synesthesia for color and musical tonality associated with absolute pitch. *Perceptual and Motor Skills*, 13, 40.
  13. Christ, R. E. (1975). Review and analysis of color coding research for visual displays. *Human Factors*, 17(6), 542-570.
  14. Cohen-Kadosh, R. C., & Henik, A. (2006). Color congruity effect: where do colors and numbers interact in synesthesia?. *Cortex*, 42(2), 259-263.
  15. Cytowic, R. E. (1989). *Synesthesia: a Union of the Senses*. New York: Springer.
  16. Cytowic, R. E. (1993). *The Man Who Tasted Shapes*. London: Abacus.
  17. Cytowic, R. & Eagleman, D. (2009). *Wednesday is indigo blue*. MA: MIT Press.
  18. Day, S. (2005). Some demographic and socio-cultural aspects of synesthesia. In L. C. Robertson & N. Sagiv *Synesthesia: Perspectives from cognitive neuroscience*. New York: Oxford University Press.
  19. Demattè, M. L., Sanabria, D., & Spence, C. (2006). Cross-modal associations between odors and colors. *Chemical Senses*, 31, 531-538.
  20. de Thornley Head, P. (2006). Synaesthesia: Pitch-colour isomorphism in RGB space? *Cortex*, 42(2), 164-174.
  21. D'Zmura, M. (1991). Color in visual search. *Vision Research*, 31, 951-966.
  22. Fernay, L., Reby, D., & Ward, J. (2012). Visualized voices: A case study of audio-visual synesthesia. *Neurocase: The Neural Basis of Cognition*, 18(1), 50-56.
  23. Gilbert, A. N., Martin, R., & Kemp, S. E. (1996). Cross-modal correspondence between vision and olfaction: The color of smells. *The American Journal of Psychology*, 109(3), 335-351.
  24. Green, J. A., & Goswami, U. (2008). Synesthesia and number cognition in children. *Cognition*, 106(1), 463-473.
  25. Gross, V. C., Nearing, S., Caldwell-Harris, C. L., & Cronin-Golomb, A. (2011). Superior encoding enhances recall in color-graphemic synesthesia. *Perception*, 40, 196-208.
  26. Haack, P. A., & Radocy, R. E. (1981). A case study of a chromesthetic. *Journal of Research in Music Education*, 29(2), 85-90.
  27. Herman, L., Suchow, J., & Alvarez, G. (2013). Frequency-Based Synesthetic Associations between Letters and Colors. *Journal of Vision*, 13(9), 880.
  28. Hochel, M., Milán, E. G., Martín, J. M., González, A., García, E. D., Tornay, F., & Vila, J. (2009). Congruence or coherence? Emotional and physiological responses to colours in synaesthesia. *European Journal of Cognitive Psychology*, 21(5), 703-723.
  29. Hubbard, E. M., Ambrosio, P., Azoulay, S., & Ramachandran, V. S. (2005). Grapheme and letter name based patterns in synesthetic colors. *Cognitive Neuroscience Society Meeting*, 2005. [Abstracts]
  30. Hung, W. Y., Simner, J., Shillcock, R., & Eagleman, D. M. (2014). Synaesthesia in Chinese characters: The role of radical function and position. *Consciousness and Cognition*, 24, 38-48.
  31. Kay, C. L., Carmichael, D. A., Ruffell, H. E., & Simner, J. (2014). Colour fluctuations in grapheme-colour synaesthesia: The effect of clinical and non-clinical mood changes. *British Journal of Psychology*.
  32. Kim, C.-Y., Blake, R. (2014). Revisiting the perceptual reality of synesthesia. In J. Simner, E. M. Hubbard, E. M. (Eds.). (2013). *Oxford Handbook of Synesthesia*. New York: Oxford University Press.
  33. Ludwig, V. U., & Simner, J. (2013). What colour does that feel? Tactile-visual mapping and the development of cross-modality. *Cortex*, 49(4), 1089-1099.
  34. McCarthy, J. D., Barnes, L. N., Alvarez, B. D., & Caplovitz, G. P. (2013). Two plus blue equals green: Grapheme-color synesthesia allows cognitive access to numerical information via color. *Consciousness and Cognition*, 22(4), 1384-1392.
  35. Marks, L. E. (1975). On coloured-hearing synaesthesia: Cross-modal translations of sensory Dimensions. *Psychological Bulletin*, 82, 303-331.
  36. Maurer, D. (1993). Neonatal synesthesia: Implications for the processing of speech and faces. *Developmental Neurocognition: Speech and Face Processing in the First Year of Life*, 69, 109-124.
  37. Maurer, D., & Mondlock, C. J. (2004). Neonatal

- Synesthesia: A Re-evaluation. In Robertson, L. C., & Sagiv, N. E. (Eds.). (2005). *Synesthesia: Perspectives from cognitive neuroscience*. New York: Oxford University Press.
38. Mills, C. B., Metzger, S. R., Foster, C. A., Valentine-Gresko, M. N., & Ricketts, S. (2009). Development of color-grapheme synesthesia and its effect on mathematical operations. *Perception*, 38(4), 591.
  39. Mills, C. B., Viguers, M. L., Edelson, S. K., Thomas, A. T., Simon-Dack, S. L., & Innis, J. A. (2002). The color of two alphabets for a multilingual synesthete. *Perception*, 31(11), 1371-1394.
  40. Moos, A., Simmons, D., Simner, J., & Smith, R. (2013). Color and texture associations in voice-induced synesthesia. *Frontiers in Psychology*, 4, 568. doi: 10.3389/fpsyg.2013.00568.
  41. Radvansky, G. A., Gibson, B. S., & McNERNEY, M. W. (2011). Synesthesia and memory: Color congruency, von Restorff, and false memory effects. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 37(1), 219-229.
  42. Ramachandran, V. S., & Hubbard, E. M. (2001). Synaesthesia - A window into perception, thought and language. *Journal of Consciousness Studies*, 8(12), 3-34.
  43. Rich, A. N., Bradshaw, J. L., & Mattingley, J. B. (2005). A systematic, large-scale study of synaesthesia: implication for the role of early experience in lexical-colour associations. *Cognition*, 98(1), 53-84.
  44. Rock, I., Nijhawan, R., Palmer, S., & Tudor, L. (1992). Grouping based on phenomenal similarity of achromatic color. *Perception*, 21, 779-779.
  45. Rogers, G. L. (1987). Four cases of pitch-specific chromesthesia in trained musicians with absolute pitch. *Psychology of Music and Music Education*, 15, 198-207.
  46. Rothen, N., & Meier, B. (2010). Grapheme-colour synaesthesia yields an ordinary rather than extraordinary memory advantage: Evidence from a group study. *Memory*, 18(3), 258-264.
  47. Rothen, N., Meier, B., & Ward, J. (2012). Enhanced memory ability: Insights from synaesthesia. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 36(8), 1952-1963.
  48. Rouw, R., & Scholte, H. S. (2007). Increased structural connectivity in grapheme-color synesthesia. *Nature Neuroscience*, 10, 792-797.
  49. Rouw, R., & Scholte, H. S. (2010). Neural basis of individual differences in synesthetic experiences. *Journal of Neuroscience*, 30, 6205-6213.
  50. Shin, E. H., & Kim, C. Y. (2014). Both “ㄴ” and “ㄹ” are yellow: Cross-linguistic investigation in search of the determinants of synesthetic color. *Neuropsychologia*, 65, 25-36.
  51. Simner, J., Glover, L., & Mowat, A. (2006). Linguistic determinants of word colouring in grapheme-colour synaesthesia. *Cortex*, 42(2), 281-289.
  52. Simner, J., & Hubbard, E. M. (Eds.). (2013). *Oxford Handbook of Synesthesia*. New York: Oxford University Press.
  53. Simner, J., & Ludwig, V. U. (2012). The color of touch: A case of tactile-visual synaesthesia. *Neurocase: The Neural Basis of Cognition*, 18(2), 167-180.
  54. Simner, J., Mulvenna, C., Sagiv, N., Tsakanikos, E., Witherby, S. A., Fraser, C., Scott, K., & Ward, J. (2006). Synaesthesia: The prevalence of atypical cross-modal experiences. *Perception-London*, 35(8), 1024-1034.
  55. Simner, J., Ward, J., Lanz, M., Jansari, A., Noonan, K., Glover, L., & Oakley, D. A. (2005). Non-random associations of graphemes to colours in synaesthetic and non-synaesthetic populations. *Cognitive Neuropsychology*, 22(8), 1069-1085.
  56. Simpson, R. H., Quinn, M., & Ausubel, D. P. (1956). Synesthesia in Children: Association of Colors with Pure Tone Frequencies. *The Journal of Genetic Psychology: Research and Theory on Human Development*, 89(1), 95-103.
  57. Smilek, D., Carriere, J. S., Dixon, M. J., & Merikle, P. M. (2007). Grapheme frequency and color luminance in grapheme-color synaesthesia. *Psychological Science*, 18(9), 793-795.
  58. Smilek, D., Dixon, M. J., Cudahy, C., & Merikle, P. M. (2002). Synesthetic Color Experiences Influence Memory. *Psychological Science*, 13(6), 548-552.
  59. Smilek, D., Malcolmson, K., Carriere, J., Eller, M., Kwan, D., & Reynolds, M. (2007). When “3” is a Jerk and “E” is a king: personifying inanimate objects in synesthesia. *Cognitive Neuroscience*, 19(6), 981-992.
  60. Treisman, A. (2005). Synesthesia: Implications for Attention, Binding, and Consciousness—A Commentary. In Robertson, L. C., & Sagiv, N. E. (Eds.). (2005). *Synesthesia: Perspectives from cognitive neuroscience*. New York: Oxford University Press.
  61. Ward, J. (2004). Emotionally mediated synaesthesia. *Cognitive Neuropsychology*, 21(7), 761-772.

62. Ward, J. Huckstep, B., & Tsakanikos, E. (2006). Sound-colour synaesthesia: To what extent does it use cross-modal mechanisms common to us all?. *Cortex*, 42(2), 264-280.
63. Ward, J., Simner, J., & Auyeung, V. (2005). A comparison of lexical-gustatory and grapheme-colour synaesthesia. *Cognitive Neuropsychology*, 22(1), 28-41.
64. Watson, M. R., Akins, K. A., & Enns, J. T. (2012). Second-order mappings in grapheme-color synesthesia. *Psychonomic Bulletin & Review*, 19(2), 211-217.
65. Weiss, P. H., & Fink, G. R. (2009). Grapheme-colour synaesthetes show increased grey matter volumes of parietal and fusiform cortex. *Brain*, 132, 65-70.
66. Wichmann, F. A., Sharpe, L. T., & Gegenfurtner, K. R. (2002). The contributions of color to recognition memory for natural scenes. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 28(3), 509-520.
67. Witthoft, N., & Winawer, J. (2006). Synesthetic colors determined by having colored refrigerator magnets in childhood. *Cortex*, 42(2), 175-183.
68. Wolf, J. (1998). Visual search. In Pashler, H. E. (Ed.). *Attention*. Hove, England: Psychology Press.
69. Zellner, D. A., McGarry, A., Mattern-McClory, R., & Abreu, D. (2008). Masculinity/Femininity of Fine Fragrances Affects Color-Odor Correspondences: A Case for Cognitions Influencing Cross-Modal Correspondences. *Chemical Senses*, 33, 211-222.

[논문접수: 2015.01.24.]

[1차 심사: 2015.02.03.]

[게재확정: 2015.02.12.]