

# 시각의 노화에 따른 Yellow와 Blue에 대한 색지각 특성

## Characteristics of Color Perception about Yellow and Blue with Human Lens Coloration

이윤재\*

Lee, Youn-Jae

### Abstract

With the progress of the aging society into the aged society, the planning of senior housing is inevitably required. Among the factors of planning, color appeals to people's vision which mostly accepts information about the environment, so age-related color vision changes should be studied. The purpose of the study is to find out characteristics of color perception focused on yellow and blue with advancing of the yellowed eye sight in the old age. The findings are as follows. (1) Regardless of gender, losses of color perception in sensitivity is occurred as aging is proceeded. But the rate of reduction is mitigated compared with the ex-research in Japan because of the promotion of physical health. (2) Human lens coloration was not common until 85 years old and the hue of yellow and red was easily perceived by the older subjects. (3) Yellow is more preferred to other colors by the elderly and accuracy of yellow-color perception is higher than that of blue-color. (4) It is especially hard for the elderly to perceive the difference between pure blue and mixture of blue-green. Therefore blue and blue-green should not be adopted simultaneously in senior housing environment. Except for the space which specially requires carefulness, various color preferred by the elderly should be applied to the senior housing environment to satisfy their psychological condition and provide the vitality of life.

키워드: 색채지각, 시각 황변화, 지각정확도, 노인주거환경

Key words: color perception, yellowed eye sight, accuracy of perception, senior housing environment

### 1. 연구의 배경 및 목적

인간은 다양한 감각기관을 통해 환경으로부터의 정보를 습득한다. 이 중에서 시각을 통한 정보습득이 87%로 가장 큰 비중을 차지하며<sup>1)</sup> 사물의 형태 및 색채를 인식하는 중요한 도구가 된다. 그러나 신체적 노화가 진행됨에 따라 시각에 의한 정보수집능력도 점차적으로 쇠퇴하게 되며 특히 수정체의 황변화로 인해 건강한 일반 성인과는 상이한 색지각의 특성이 발현된다.

급속한 고령화가 진행되는 현시점에서 앞으로 다양한 노인주거시설이 계획될 것으로 생각한다. 그러나 노인의 시각적 변화에 대한 충분한 이해 없는 색채 사용은 주거환경에서 불편함을 야기 시킬 뿐만 아니라 생활의 활력을 잃게 할 수도 있으므로 노화를 고려한 색채계획은 안전을 위해서 뿐만 아니라 심리적 만족감을 위해 반드시 충족되어야 할 사항이다. 이러한 이유로 연령에 따른 색지각의 변화에 관한 연구가 필요한 것은 자명한 일이다. 실질적으로 노화에 따른 색채 지각의 변화는 연구가 되어 왔으나 구체적으로 연령증가에 따라 색채 지각의 변화의 단계를 구체화하는 연구는 미진한 편이다 본 연구

는 디자이너에게 공간 계획 시에 공간 사용자의 연령에 따른 색채계획을 위한 기초자료를 제공하는 데 그 의의가 있다.

따라서 본 연구의 목적은 시각의 노화에 따른 색지각의 특성 및 그 색채의 차이를 지각하는 한계를 파악하고자 하는 것으로 첫째, NCS Standard를 이용해 연령 및 성별에 따라 yellow와 blue 지각의 정확도를 조사 분석하고 둘째, NCS 색상환에서 색의 혼합방향에 따라 색지각의 차이를 조사하여 동일 색채 지각의 분포 영역을 파악하고자 한다.

본 연구는 색지각에 대한 한국노인의 실태를 파악하고자 하는 것이며 yellow와blue를 각각 green 및 red와 혼합함으로써 색채 변화를 보다 다양화해 노화로 인한 시각적 변화를 세부적으로 관찰하고자 한다.

### 2. 연구범위 및 방법

#### 2.1 조사대상

조사대상은 서울시 거주자로 한정하였으며 20대에서 80대까지 308명을 표집 하였다. 연령에 따라 2·30대, 4·50대, 6·7·80대 3개 집단으로 나누었으며 이들을 각각 성별에 따라 분류했다. 2·30대, 4·50대는 편의 표집하여 직접조사 하였으며 6·7·80대는 노년층이라는 특성으로 인해 편의 표집에 어려움이 있어 서초구 복지관내의 노인

\* 정회원, 인천시립전문대 시간강사

1) 정준수(2003).시각의 노화를 고려한 노인종합복지관의 색채계획에 관한 연구. 대한건축학회

대학 및 어학관련 프로그램을 이용하는 노인들을 대상으로 직접조사했다. 직접조사는 10월 8일에서부터 13일 사이에 진행되었으며 동일한 조건을 부여하기 위해 오전 10시에서 12시 사이에 진행되었다.

## 2.2 연구방법

노인들은 수정체 황색화로 인해 단파장인 blue 계열의 색채 인식이 어려우며 마치 황색 안경을 착용한 것처럼 주위 환경을 지각하게 된다. 따라서 노년기에는 특히 yellow 와 blue에 대한 정확한 색지각이 이루어지지 않으므로 yellow 와 blue 계열의 색을 연구대상 색채로 선정하고 건축 및 환경 디자인분야에서 사용하기 적합한 NCS(Natural Color system) 표색계에 의해 제작된 색지를 직접제시하면서 조사를 실시했다. 색지의 크기는 정확한 색채전달을 위해 가로 10.5cm 세로 14.8cm로 미국 ASTM (American Standard for Testing Material)에서 정확한 색채전달을 위해 제안하는 기준이상의 크기를 사용했다.

yellow와 green 그리고 yellow와 red를 혼합했을 때 yellow의 비율을 0%에서부터 100%에 이르기까지 10% 간격으로 변화되는 NCS 색지를 추출하였다. 또한 각 색채의 크로마틱니스(chromaticness)가 높은 색을 선택하고 크로마틱니스가 동일할 경우 흑색도(blackness)가 낮은 것을 선택하였다. 그 이유는 2006년 조성희외의 논문에 따르면 고명도에서 색채에 대한 노인 시각의 변화의 폭이 두드러지기 때문이다. blue도 같은 방식으로 색지를 추출하여 모두 44개의 색지를 추출했다. yellow 100%만으로 구성된 표본을 제시한 후 22개의 추출된 색지로부터 표본의 색과 동일하게 지각하는 것을 선택하도록 요구했다. 이 때 yellow를 중심으로 red, green 양쪽 방향으로 yellow의 포함율에 따른 조사대상자들의 응답을 살펴봤다. blue도 같은 방식으로 실험을 진행했다. 일본에서 유사한 선행 연구를 통해 수정체의 황변화에 따른 색채 오인에 관한 실험이 있었으나 yellow의 포함율을 달리한 것에 대한 것으로 한정되었다. 따라서 본 연구에서는 시각의 노화와 연관성이 있는 yellow, blue 모두 조사해보고자 한다. 또한 yellow 및 blue의 혼합율의 간격을 더욱 세분화해서 노인들의 색지각의 차이를 조사하고자 한다.

## 3. 연구의 이론적 고찰

### 3.1. NCS( Natural Color System)

NCS는 독일의 생리학자 헤링(Ewald Hering)이 1905에 발표한 것으로 색의 자연스러운 체계를 바탕으로 스웨덴의 규격협회에 의해 간행되었다. 색의 표시를 색상, 채도, 명도로 표시하는 대신에 흑색도(Blackness), 크로마틱니스(Chromaticness), 색상으로 나타낸다. 색상은 흰색(W), 검정(B), 빨강(R), 노랑(Y), 초록(G), 파랑(B)으로 4원색에 흰색과 검정을 더한 6개의 색으로 구성되어 있다. NCS 표시방법은 예를 들면 S2060-B10G 표시한다. 이 색의 구성을 분석하면 흑색도가 20%, 크로마틱니스가 60%, 이고

색상은 green이 10%, blue가 90%임을 의미한다.

가장 대표적인 먼셀 표색계는 측광, 측색에 근거하지만 NCS는 심리적 척도에 근거하여 인간의 지각량 기술을 목적으로 한다.<sup>2)</sup> 이와 같은 특징으로 인해 색지각과 관련성이 큰 색채심리, 건축, 디자인 등의 분야에서의 효용성이 크다.

### 3.2 시계의 황변화가 Yellow와 Blue에 미치는 영향

노인은 시각기관의 퇴화로 인해 정확한 사물인지의 어려움을 경험하게 됨에 따라 정상적인 생활의 곤란과 자신감 상실을 경험하기도 한다. 이러한 노화 현상 가운데 대표적인 것이 수정체의 황변화이다. 수정체의 황변화 현상은 크리스탈리안(crystallians) 이라고 하는 단백질이 장기간 동안에 자외선에 노출됨에 따라 아미노산으로 분해되어 황색(Y)에서부터 갈색(YR)에 가까운 색도로 변화하는 현상<sup>3)</sup>이며 70대에서는 90%에 달하는 노인들이 황변화를 경험하게 된다.<sup>4)</sup> 따라서 나이가 들에 따라 수정체의 투명도가 떨어져 사물의 색지각에 영향을 미치게 된다.

수정체의 황변화는 크게 색지각에 있어서 두가지 유형으로 영향을 미친다. 첫째, 400-450nm대의 단파장을 투과시키지 못해<sup>5)</sup> 파랑색 계열의 색을 정확하게 인식하는데 어려움이 있다. 둘째, 일반 성인에 비해 노랑색도가 더해진 색으로 주위 환경을 지각하게 된다. 따라서 색인식의 정확도가 떨어지며 훨씬 단조로운 수의 색으로 주위를 인식하게 된다.

### 3.3 Yellow와 Blue에 대한 노년층의 감성적 특성

김혜정(1995)의 연구에서 yellow에 대한 노년층의 반응은 난색계열에서 가장 선호도가 높게 나타나는 색상으로 '아름답다', '좋다' 등으로 표현되는 평가성이 매우 높고 활동성이 높은 색으로 인지되며 잠재적 성향은 따뜻하고 부드러운 친근한 비교적 긍정적 느낌을 주는 색으로 평가되었다. 이와 반대로 Blue는 노년층에서는 유채색 가운데 평가성, 활동성이 가장 낮은 색상이며 잠재적 감정은 부정적 색상으로 나타났다. 조성희(2005)의 연구의 노인 선호배색패턴에서 한색보다 난색을 주조색으로 하는 것을 선호하며 특히 여성의 경우 유사배색의 PB에 대해 부정적인 태도를 보인다고 밝히고 있다. 홍이경(2005)의 연구에서는 예비 노인층들의 개별공간에 대한 선호 색상으로 Y, YR 계열에 대한 선호가 가장 높게 나타났으며 욕실을 제외하고는 B에 대한 선호가 나타나지 않았다. 그 밖의 미국 및 일본의 노인주거시설에서도 Y, YR 계열의 색채가 주로 사용되는 것으로 나타나고 있다.

2) 도쿄상공회의소. 컬러코디네이터 검정시험 2급. 하트엔컬러코리아. p51-57. 2005

3) Brian D. Hood, Brett Garner(1999) Human Lens Coloration and Aging. the Journal of Biological Chemistry. Nov. 12

4) 정선희(2006). 노인특성을 고려한 노인정문병원의 색채환경에 관한 연구

5) 조성희(2006). 실내색채 계획을 위한 노인의 색지각 및 선호 배색 특성에 관한 연구. 실내디자인학회

선행연구의 결과를 종합하면 일반적인 노인주거환경에서 난색, 그 가운데 Y, YR계열이 노년층의 감성적 정서에 부응하는 것으로 나타났다.

#### 4. 연구결과

##### 4.1 연령 및 성별에 따른 색채 지각 정확도

20대에서 80대까지 연령에 따라 3집단으로 분류해서 2·30대는 집단1, 4·50대는 집단2, 6·7·80대는 집단3 으로 명명하였다. NCS Standard를 이용해 yellow 100%, blue 100%인 표본과 동일한 색지를 선택하도록 한 결과 그림1에 나타난 것과 같이 집단1은 85%(Y), 87%(B) 이고 집단2는 60%(Y), 71%(B), 집단3은 44%(Y), 46%(B)가 표본과 동일한 색지를 선택한 것으로 나타났다. 선행연구에서 나타난 것과 마찬가지로 전체적으로 연령이 증가함에 따라 색지각의 정확도가 감소하는 것을 알 수 있다. 또한 연령별로 yellow 와 blue를 지각하는 정확도가 비슷한 수준이나 4·50대에서 yellow보다 blue의 인식 정확도가 조금 높은 것으로 나타났다.

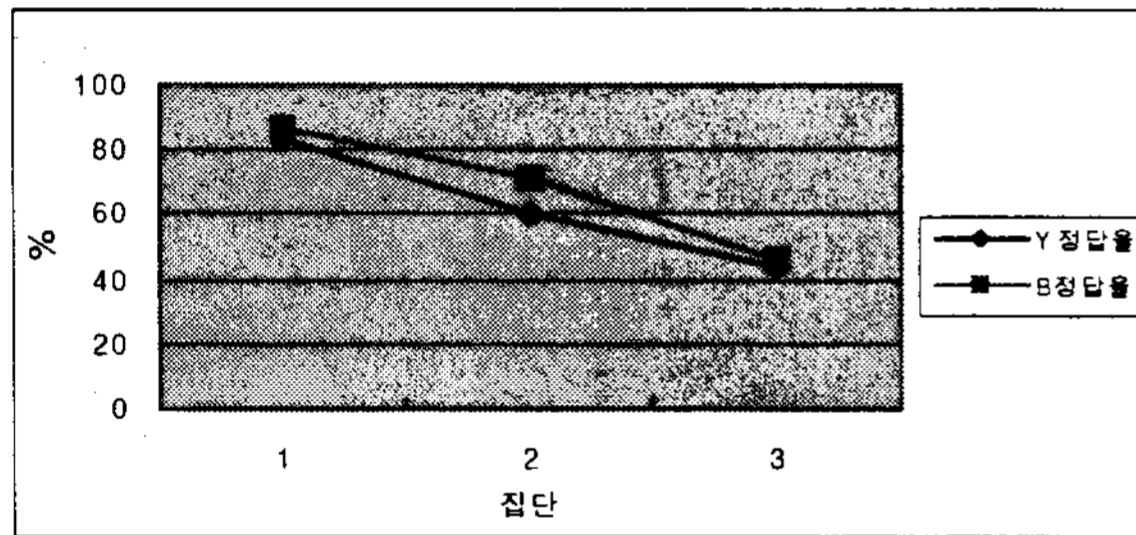


그림 1. 집단별 yellow & blue 지각 정확도

이 결과는 실제 색을 오인하는 노인의 연령대와 오인 정도에 대한 일본의 선행연구에서 표본과 동일한 색을 선택한 비율은 21.79%이고 Y 포함율 50%이하에서 100%와 동일시하는 사람이 19.31%로 나타난 실험 결과와는 상당한 차이는 있는 것으로 파악된다. 이것은 일본의 연구가 1992년의 연구결과로서 그 동안 노인들의 평균수명 연장과 더불어 영양 상태가 좋아졌으므로 신체적으로 건강한 노인의 수가 증가했기 때문이며 또한 본 연구에서는 85세까지 조사대상이나 선행연구에서는 65세에서 94세까지 조사대상으로 함으로써 더 높은 연령까지 대상으로 포함하기 때문인 것으로 추정된다.

성별에 따른 색지각의 정확도는 그림2와 같이 남성 여성 모두 전체적으로 감소하나 연령이 증가함에 따라 남성이 여성보다 약간 완만한 감소추세를 보여주는 것으로 나타났다. 여성은 남성보다 노년단계로 들어서면서 색지각의 정확성이 4·50대보다 급한 기울기로 떨어지며 특히 여성의 blue 지각은 50대까지 큰 변화가 없었으나 6·70대부터 급격하게 감소되는 것으로 나타났다. 연령별 색채 지각 정확도에서 4·50대의 blue 지각 정확도가 높게 나타난 이유도 남성은 blue를 지각하는데 있어서 그 정확도가 감소했는데 여성은 그 정확도가 2·30대와 별 차이가 없

었기 때문이다. 따라서 여성 집단이 노화로 인해 색지각에 영향을 더 많이 받는 것으로 나타났다.

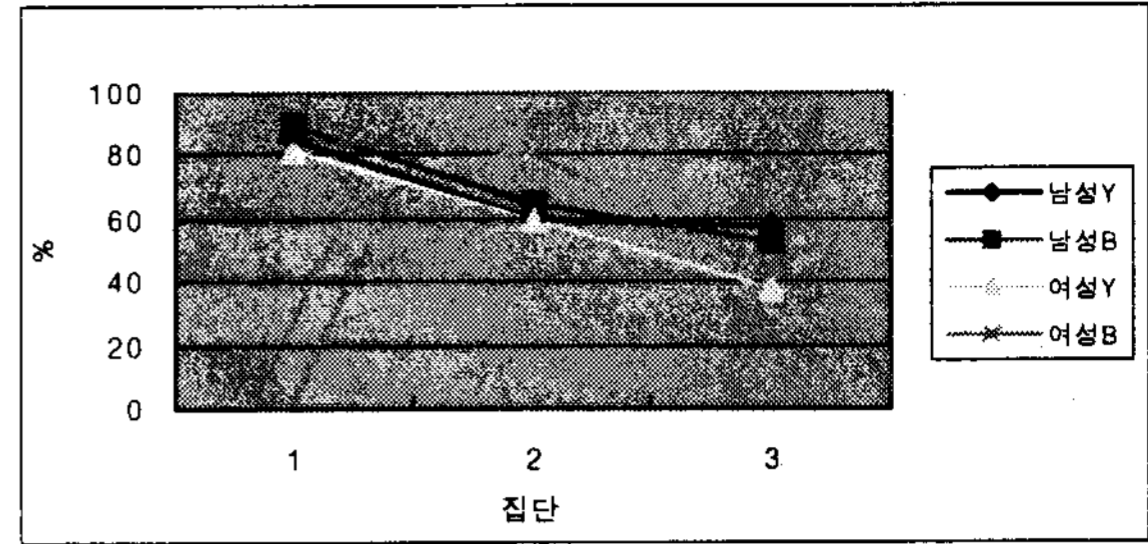


그림 2. 성별 yellow & blue 지각 정확도

##### 4.2 동일 색채 지각 분포

표본과 동일한 색으로 지각하는 색채 혼합율의 범주를 살펴보면 연령이 증가함에 따라 그 범주가 증가하고 blue의 경우 yellow보다 범주가 더 확대됨을 알 수 있다. yellow의 경우 집단 1과 2에서는 포함율 Y90%까지 표본과 동일한 색으로 지각하나 집단3에서는 Y80%까지 확대되었다. blue의 경우 집단1에서는 B80%까지, 집단2는 B70%, 집단3의 경우 B20%까지 표본과 동일한 색으로 인식하는 응답이 있었다. 전체적으로 Y계열보다 B계열에서 차이 식별의 어려움이 두드러지게 나타났다. 표본과 동일한 색으로 지각하는 분포를 살펴보면 그림 3에 나타난 것처럼 연령 증가에 따라 그래프의 형태가 완만해지는 형태를 취해 지각의 범주가 넓어지며 따라서 각 혼합율차이에 대한 정확한 지각이 감소됨을 알 수 있다.

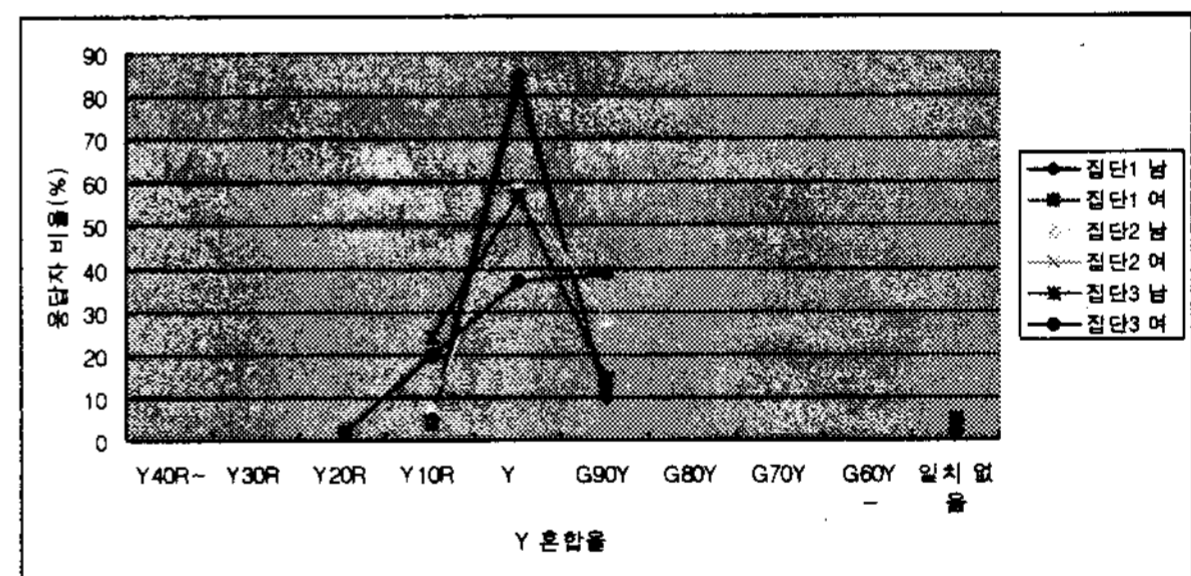


그림 3. yellow 계열에 대한 지각결과

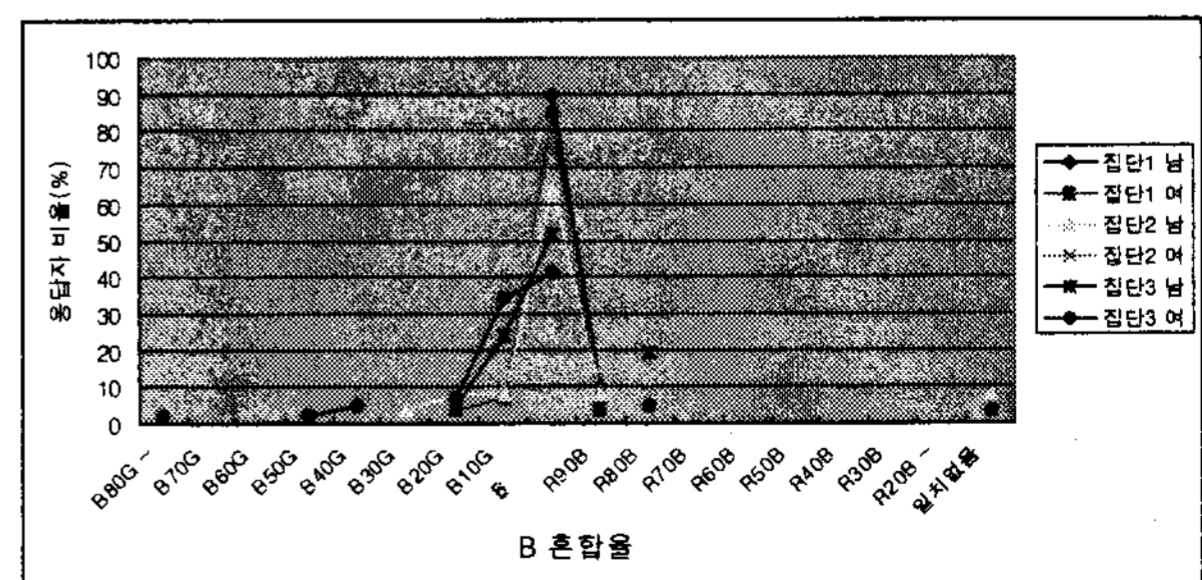


그림 3. blue 계열에 대한 지각결과

표.1 yellow에 대한 집단별 동일 색채 지각 분포

Y포함율	Y 와 R혼합율	집단1 (94)		집단2 (90)		집단 3(124)	
		남	여	남	여	남	여
Y0%	R S1080						
Y10%	Y90R S1085						
Y20%	Y80R S0585						
Y30%	Y70R S0585						
Y40%	Y60R S0585						
Y50%	Y50R S0585						
Y60%	Y40R S0585						
Y70%	Y30R S0585						
Y80%	Y20R S0580					(1)*	3(2) 4%
Y90%	Y10R S0580	2(4) 5%	2(3) 4%	4(1) 8%	2 5%	9(4) 21%	15(9) 18%
Y100%	Y S0580	34(1) 85%	44(1) 82%	30(3) 60%	24(3) 60%	24(3) 57%	30(11) 37%
	Y 와 G혼합율						
Y90%	G90Y S0575	4 10%	6(4) 11%	14(4) 28%	12(3) 30%	7(3) 17%	32(7) 39%
Y80%	G80Y S1075						
Y70%	G70Y S0575						
Y60%	G60Y S0575						
Y50%	G50Y S1075						
Y40%	G40Y S0575						
Y30%	G30Y S0580						
Y20%	G20Y S0575						
Y10%	G10Y S1070						
Y0%	G S1565						
	일치없음		2 4%	2 4%	2 5%	2 5%	2 2%
	응답자수	40	54	50	40	42	82
	정답율(%)	85	82	60	60	57	37

\* 괄호안의 수는 표본과 동일색을 복수로 응답한 자의 숫자임

yellow의 경우 표본(Y100%, B100%)과 동일한 색으로 지각하는 영역이 Y100%를 중심으로 red 와 green의 혼합율이 비슷했으나 blue의 경우는 표 2에 나타난 것과 같이 red와의 혼합보다는 green과 혼합했을 경우 표본과 동일 또는 유사색으로 인식하는 횟수가 많았다. 따라서 색채구별이 반드시 요구되는 공간에서 blue와 blue-green이 사용되는 유사배색은 피하는 것이 바람직하며 노인 거주 환경은 더욱 유의해야 할 것으로 판단된다.

60세 이상의 노인계층의 성별에 따른 색지각은 남성은 yellow, blue 모두 57% 52% 정도로 50%이상의 정확도 보이지만 여성은 37%, 41%로 남성이 여성보다 약간 높은 수준의 색지각의 정확도가 나타났다. 특히 여성의 경우blue 표본100%와 동일하게 인식하는 범주가 상당히 넓어 blue에서 green과의 혼합율에 따른 색채의 차이를 지각하는데 어려움이 있을 것으로 판단된다.

연령에 증가될수록 표본과 동일한 NCS 색지 선택 시에 2개 이상 답하는 복수응답의 횟수가 증가 되었다. 표 1, 표 2의 괄호안의 숫자는 복수응답의 경우 추가적인 횟수를 의미한다. 복수 응답의 증가는 시각의 노화가 진행됨에 따라 색채간의 미세한 격차를 인식하는 능력이 둔화되고 있음을 보여주는 또 다른 증거 인 것으로 판단된다.

표.2 blue에 대한 집단별 동일 색채 지각 분포

B 포함율	B와 G 혼합율	집단1 (94)		집단 2 (90)		집단 3(124)	
		남	여	남	여	남	여
B0%	G S1565						
B10%	B90G S2060						
B20%	B80G S2555						2 2%
B30%	B70G S2060						(1)
B40%	B60G S2555					(1)	(1)
B50%	B50G S2060						1(1) 2%
B60%	B40G S3060						4(2) 5%
B70%	B30G S3060			2 4%			(4)
B80%	B20G S3060		2(1) 4%	4(1) 8%		2(2) 5%	7(9) 7%
B90%	B10G S3060	(3) 7%	4(4) 8%	4(1) 10%	4 24%	9(2) 34%	28(6) 34%
B100	B S1565	37 90%	46(2) 85%	32(1) 64%	32 80%	22 52%	34(6) 41%
	B와 R 혼합율						
B90%	R90B S2065	3 10%	2(5) 4%	4 8%	4(2) 10%	8(1) 19%	4 5%
B80%	R80B S2565						
B70%	R70B S2060						
B60%	R60B S3555						
B50%	R50B S3055						
B40%	R40B S2060					(1)	(1)
B30%	R30B S1060						
B20%	R20B S1070						
B10%	R10B S1075						
B 0%	R S1080						
	일치 없음			4 8%			1 3%
	응답자수	40	54	50	40	42	82
	정답율(%)	90	85	64	80	52	41

또한 yellow보다 blue계열에서 중복응답의 횟수가 많음을 표1, 표2를 통해서 잘 알 수 있다. 이는 선행연구에 나타난 것처럼 노인계층의 시각적 노화로 인한 문제점이 blue 계열의 색채에서 더욱 두드러지는 것으로 판단된다. 그러나 본 연구 조사과정에서 60세 이상의 피실험자에게 표본의 색상을 질문한 결과 전체 응답자가 yellow 및 blue의 범주에 속하는 색을 응답했다. 따라서 이들은 유사계열에서 색의 차이를 인식하는 능력은 떨어지나 색상자체의 지각능력은 연령 증가에 따른 심각한 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. 위의 결과는 70대에서 많은 노인들이 황변화를 경험하며 이로 인해 blue를 검정색으로 지각하게 된다는 선행연구와 상이한 결과이다.

### 5. 결론

본 연구는 고령화가 급속하게 진행됨에 따라 노인주거의 필요성이 증가되는 현시점에서 시각적으로 심리적으로 만족감을 제공할 수 있는 주거환경을 제공하기위해

시각노화에 따른 색지각 특성 및 일반 성인과의 차이점을 파악하여 색채계획을 위한 기초자료로 제공하고자 한다. 결과의 요약 및 결론은 다음과 같다.

첫째, yellow 및 blue에 대한 정확한 색지각 능력은 연령에 따라 감소하며 특히 노년층에서는 여성이 남성보다 색지각 능력이 감소되는 정도가 심한 것으로 나타났다. 그러나 1992년 일본의 선행 연구의 결과보다는 지각 능력이 상승된 결과가 도출되었다. 이것은 과거보다 좋아진 영양상태 및 활발한 활동을 지속적으로 함으로써 신체적, 정신적으로 건강하게 사는 노인이 증가했기 때문이다.

둘째, 노화로 인한 황변화를 70세 이상의 대부분의 노인들이 경험하게 되는 현상으로 가정하고 있으나 본 연구 결과에 따르면 85세 이전의 노인에게는 황변화 현상으로 인한 증상이 두드러지지 않았으며 황변화 발생을 가정하더라도 색상자체의 지각에는 어려움이 없었으므로 계단 및 난간과 같이 필연적으로 주의가 요구되거나 위험을 알리는 상황을 제외하고는 노인층의 감성을 충족시키는 다양한 색채를 적절하게 그리고 포괄적으로 사용하는 것이 타당하다.

셋째, 노년계층에서 yellow와 blue에 대한 지각의 정확도는 유사하나 혼합을 100%를 중심으로 퍼져있는 분포를 살펴보면 yellow에 대한 지각이 blue보다 정확한 것으로 나타났다. 따라서 색지각의 정확성이 높고 심리적으로 노인들에게 선호도 높은 yellow계열의 색채를 노인주거시설에 다양한 변화를 주어 적용하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

넷째, blue는 노인들의 선호도 측면에서도 낮지만 지각 측면에서 yellow보다 정확도가 떨어지는 것으로 나타났다. 특히 red보다 Green과의 혼합된 경우 정확한 색지각이 어려우므로 노인주거환경에서 주의가 요구되는 곳에서는 blue와 blue-green 계열의 유사배색의 사용은 되도록 피하는 것이 바람직하다.

따라서 노인 주거환경에서 시각적 노화를 보완하기 위해서 색채 요소를 제한적으로 사용할 것이 아니라 노인이 선호하는 색채를 공간 내에 다양하게 적용함으로써 노화로 인한 심리적 불안감, 공허함 등을 상쇄시키고 생활의 안정과 활력을 이끌어 낼 수 있는 환경을 조성하는 것이 바람직하다.

본 연구는 소득, 학력, 건강 등에 따른 시각의 노화의 차이가 없음을 가정하여 실험이 진행된 것이므로 연령을 제외한 다른 변인에 대하여 일반화 한 경향이 있다.

1. 이영재. 실내건축과 색채. 서울. 기문당. 1999
2. 도쿄상공회의소. 컬러코디네이터 검정시험 2급. (주) 하트앤 컬러코리아 p51-57. 2005
3. 조성희, 장경미(2006). 실내색채계획을 위한 노인의 색지각 및 선호배색 특성에 관한 연구. 실내디자인학회 논문집
4. 정선희, 김문덕(2006). 노인특성을 고려한 노인전문병원의 색채환경에 관한연구. 실내디자인학회 논문집
5. 정여주, 최상현(2005). 치매노인 전문요양시설 거주공간디자인 지침에 관한 연구. 실내디자인학회 논문집
6. 홍이경, 오혜경(2005). 일본 노인주거시설의 실내색채사용에 관한 사례연구. 실내디자인학회논문집.
7. 오혜경, 박민진, 이지현 (2004). 노인주거시설 공용공간의 실내 색채 사례연구. 실내디자인학회 논문집 제13권 8호
8. 김혜정(1995). 노인 건축환경의 색채계획을 위한 우리나라 노년층의 색채지각에 관한연구. 대한건축학회
9. 정준수 외(2003). 시각의 노화를 고려한 노인종합복지관의 색채계획에 관한 연구. 대한건축학회논문집
10. 홍이경, 오혜경(2005). 예비노인층의 노인공동생활주택 실내 마감재 및 색채에 대한 선호. 실내디자인학회
11. Brian D. Hood, Brett Garner. Human Lens Coloration and Aging. the Journal of Biological Chemistry. Nov. 12 1999.