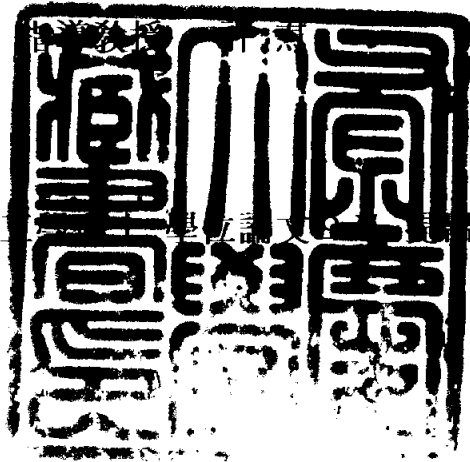


工學碩士 學位論文

필름 및 인화지의
보존특성에 따른 감도변화 연구

이 論文을 提出한 氏의 姓名은



2004年 2月

釜慶大學校 大學院

寫眞情報工學科

崔 焄 晶

崔焄晶의 工學碩士 學位論文을 認准함

2003年 12月 26日

主	審	理學博士	金	鍾	太
委	員	工學博士	鄭	容	錫
委	員	理學博士	林	權	澤



목 차

목차	i
도목차	iii
표목차	vi
Abstract	vii

I. 서론	1
-------------	---

II. 본론	3
--------------	---

1. 필름의 사진특성과 종류 및 구조	3
----------------------------	---

1-1. 필름의 특성	3
-------------------	---

1-2. 필름의 종류	4
-------------------	---

1-2-1. 형태에 따른 분류	4
------------------------	---

1-2-2. 특성에 따른 분류	4
------------------------	---

1-2-3. 크기에 따른 분류	5
------------------------	---

1-2-4. 감도에 따른 분류	6
------------------------	---

1-3. film의 구조	6
---------------------	---

2. 인화지의 특성과 종류 및 구조	8
---------------------------	---

2-1. 사진 인화지의 구조	8
-----------------------	---

2-2. 흑백 인화지	9
-------------------	---

2-3. 컬러 인화지	10
-------------------	----

3. Film 및 인화지의 보존 및 보존포장재의 기준	12
-------------------------------------	----

3-1. Film 및 인화지의 보존기준	12
-----------------------------	----

3-1-1. 보존중의 습도	12
3-1-2. 보존중의 온도	13
3-1-3. 공기중의 부유물과 유해가스	13
3-1-4. 화재에 대한 방호	13
3-1-5. 콜로이드 은Blemish	14
3-2. 사진film 및 인화지 보존포장재의 기준	14
 4. 실험 및 결과	 15
4-1. film 및 인화지의 AgX 입자분석	15
4-2. film 유제층의 단층면 분석	19
4-3. film 및 인화지의 감도결정	20
4-3-1. film의 감도결정	20
4-4. 보존실험 (내구성 테스트)	27
4-4-1. film의 보존특성 시험	27
4-4-2. 인화지의 보존특성 시험	37
 III.결 론	 39
IV.참고 문헌	41

도목차

그림 1. 흑백 필름의 구조	7
그림 2. 컬러 필름의 구조	7
그림 3. 흑백 인화지와 컬러 인화지의 구조	9
그림 4. A사 필름(100)의 AgX 입자	16
그림 5. B사 필름(100)의 AgX 입자	16
그림 6. C사 필름(100)의 AgX 입자	16
그림 7. D사 필름(100)의 AgX 입자	16
그림 8. A사 필름(200)의 AgX 입자	17
그림 9. B사 필름(200)의 AgX 입자	17
그림 10. A사 필름(400)의 AgX 입자	17
그림 11. B사 필름(400)의 AgX 입자	17
그림 12. A사 인화지의 AgX 입자	18
그림 13. B사 인화지의 AgX 입자	18
그림 14. C사 인화지의 AgX 입자	18
그림 15. D사 인화지의 AgX 입자	18
그림 16. A사 필름(100)의 AgX 입자	19
그림 17. E사 흑백인화지의 AgX 입자	19
그림 18. C사 컬러필름(200)의 유제단면	19
그림 19. K사 흑백필름(100)의 유제단면	20
그림 20. 컬러 음화 필름의 감도 결정법	23
그림 21. A사 컬러 인화지의 특성곡선	25
그림 22. A사 필름 ISO 100 농도변화-yellow	28
그림 23. B사 필름 ISO 100 농도변화-yellow	28
그림 24. C사 필름 ISO 100 농도변화-yellow	28
그림 25. D사 필름 ISO 100 농도변화-yellow	28

그림 26. A사 필름 ISO 200 농도변화-yellow	29
그림 27. B사 필름 ISO 200 농도변화-yellow	29
그림 28. C사 필름 ISO 200 농도변화-yellow	29
그림 29. D사 필름 ISO 200 농도변화-yellow	29
그림 30. A사 필름 ISO 400 농도변화-yellow	30
그림 31. B사 필름 ISO 400 농도변화-yellow	30
그림 32. A사 필름 ISO 100 농도변화-magenta	31
그림 33. B사 필름 ISO 100 농도변화-magenta	31
그림 34. C사 필름 ISO 100 농도변화-magenta	31
그림 35. D사 필름 ISO 100 농도변화-magenta	31
그림 36. A사 필름 ISO 200 농도변화-magenta	32
그림 37. B사 필름 ISO 200 농도변화-magenta	32
그림 38. C사 필름 ISO 200 농도변화-magenta	32
그림 39. D사 필름 ISO 200 농도변화-magenta	32
그림 40. A사 필름 ISO 400 농도변화-magenta	33
그림 41. B사 필름 ISO 400 농도변화-magenta	33
그림 42. A사 필름 ISO 100 농도변화-cyan	34
그림 43. B사 필름 ISO 100 농도변화-cyan	34
그림 44. C사 필름 ISO 100 농도변화-cyan	34
그림 45. D사 필름 ISO 100 농도변화-cyan	34
그림 46. A사 필름 ISO 200 농도변화-cyan	35
그림 47. B사 필름 ISO 200 농도변화-cyan	35
그림 48. C사 필름 ISO 200 농도변화-cyan	35
그림 49. D사 필름 ISO 200 농도변화-cyan	35
그림 50. A사 필름 ISO 400 농도변화-cyan	36
그림 51. B사 필름 ISO 400 농도변화-cyan	36
그림 52. A사 흑백필름 ISO 100의 농도변화	36
그림 53. D사 인화지의 농도변화-yellow	37

그림 54. D사 인화지의 농도변화-magenta	37
그림 55. D사 인화지의 농도변화-cyan	37
그림 56. E사 흑백인화지의 농도변화	38

표목차

표 1. Sensitometer와 Densitometer 조건	20
표 2. 필름의 현상약품 및 처리조건	22
표 3. 컬러필름의 감도	24
표 4. 인화지의 현상약품 및 처리조건	26
표 5. Weather-o-meter (노화가속장치)-Atlas Electric 25-WR(1979)	27

Speed measurement of films and print papers by preservative characteristics

Hoon-Jeong Choi

*Department of Photographic Science and Information Technology,
Graduate School,
Pukyong National University*

Abstract

It is natural that photographs worthy of preserving be almost silver halide emulsions such as archives, historical documents and scientific evidences which are cultural inheritances of being importance in a nation. As these silver halide photographs may be degraded when they are exposed under the various environmental factors like light, high temperature and humidity, they must be preserved through a scientific and systematic method and be able to be used as informational data.

Storage conditions for films and print papers are sometimes different according to the durability of materials. Strong factors which affect storage of materials are temperature, humidity, water, light, mold, microorganism and pollution in the environment, etc.

This study was performed to observe the photographic and preservative characteristics of films and print papers through the Weather-O-Meter test and to look for the appropriate preserving methods. In other words, we chose several popular photographic films and papers in the market and then gave them a constant amount of exposure using a sensitometer. After being developed in a controlled bath they were measured the speed of films and analyzed the AgX grains of materials, the structure of emulsions. Also, allowing the sensitive materials to be artificially deformed in a Weather-O-Meter and measuring the optical densities of films and print papers, we analyzed their durabilities by comparing several materials. Ultraviolet exposure, high temperature, high humidity were three environmental control factors chosen for this study.

Through the comparison of yellow, magenta and cyan layers in color materials, we could evaluate cyan layer the most stable of the three. Print papers were analyzed more stable than films in the study and their optical density changes were shown very consistent for the three layers. It means that print papers are proper for preserving. While b/w films which consist of silver halide grains are superior to color films which contain dye layers in Weather-O-Meter test, there were hardly much difference in print papers.

I. 서론

20세기 초반에서 현재까지의 사진의 변천을 보면 카메라의 기술적 발전뿐만 아니라 디지털의 급속한 발전 및 확산과 더불어 오늘날 아날로그 사진 방법론까지 위협하고 있다는 우려를 낳고 있다. 그러나 현존하는 국가의 중요한 문화유산이 되는 기록물이나 역사 자료, 과학증거 자료들과 같이 보존가치를 지니는 사진은 거의 대부분이 은염(silver halide)사진이다. 즉 이 종류의 기록은 공문서관, 박물관, 도서관, 관청, 기업, 대학 등에서 사용되고 있고 그 가치가 높으므로 수명을 최대한 늘릴 수 있는 관리방법에 관심이 집중되고 있다. 그러므로 빛, 온도, 습도 등의 여러 가지 환경 요인에 노출되면 쉽게 변형 될 우려가 있는 은염 사진은 과학적이고 체계적인 방법으로 안전하게 보존하고 정보 자료로 활용할 수 있어야 한다.

인화지나 필름의 보존조건은 이 감재의 내구성에 따라 조금씩 상이하며 보존에 특히 영향을 미치는 요인은 온습도 및 보존환경의 오염이외에 물, 빛, 곰팡이, 곤충, 미생물 등에 따른 파괴, 고체, 액체 또는 기체상의 화학물질 촉매에 의한 열화 및 물리적 손상이 있다. 본 논문에서는 보존에 영향을 미치는 요인 중, 온도, 습도, 빛 세 가지에 의한 감재의 손상을 관찰하였다.

사진용 필름과 인화지는 만들어지는 방법에 따라 다양한 물리적 특성을 지니고 있을 뿐 아니라 상의 구현을 위한 현상방법이나 사용약품 등에 따라서도 매우 다른 특성의 변화를 나타낸다. 이러한 특성은 빛에 대한 감광속도와 관계되는 광감도, 감응하는 빛의 파장영역과 그 정도를 측정하는 분광감도, 감재를 구성하는 입자크기 측정과 관계되는 입상도, 피사체의 명암을 같은 계조로 재현할 수 있는 범위를 나타내는 관용도, 피사체의 흑백 또는 농담의 차이를 나타내는 감재의 능력인 대조도, 피사체를 얼마나 세밀하게 나타낼 수 있는가 하는 해상력 등을 측정하여 알 수 있으며 이 중에서 감광성 물질이 빛 에너지에 의해 광화학 반응을 일으키는 정도를 나타내는 광감도는 감재를 제조하거나 사용함에 있어서 매우 중요하게 여겨진다.

그래서, 본 연구에서는 일반적으로 널리 시판되어 사용되고 있는 사진용 필름과 인화지들을 선택하여 노광을 주어 감도(위에서 설명한 광감도를 감도라 함)를 측정하는 것 외에 감재의 AgX 입자분석, 유체의 단층면구조 등 몇 가지 사진적 특성을 밝힌 후 노화가속장치(Weather-O-meter)에 넣어 인위적으로 감재의 변형을 허용한 뒤 다시 농도를 측정하여 비교함으로써 감재의 내구성 즉, 보존특성을 비교분석 하고자 한다. 감재에 영향을 줄 수 있는 여러 가지 환경요인 중 자외선, 고온, 고습 환경을 설정하여 어떠한 감

재가 내구성이 좋은지 즉, 첫째 컬러필름과 흑백필름, 컬러인화지와 흑백인화지의 보존 특성을 비교하고, 둘째 ISO감도와 내구성은 어떠한 관계가 있는지를, 셋째 Yellow, Magenta, Cyan 세 층으로 분리하여 보존실험을 통해 각 층의 내구성을 비교하고, 넷째 필름과 인화지 중 어떠한 감광물질이 보존에 적합한가 하는 실험을 하였다.

II. 본론

1. 필름의 사진적 특성과 종류 및 구조

1-1. 필름의 특성

사진필름은 감광도(感光度, photosensitivity), 감색성(感色性), 입상성(粒狀性), 관용도(latitude), 계조도(contrast), 해상력(resolving power)등과 같은 특성이 있으며, 각 필름들은 이러한 요소들이 조합되어 각각 다른 특색을 지닌다.[4]

감광도(photosensitivity)는 감광재료가 일정한 빛(백색광)에 대해 어느 정도로 빠르게 감광하는지의 정도, 또는 그 정도를 나타내는 값으로 보통 ISO(국제표준규격), ASA(미국표준규격), DIN(독일공업규격), JIS(일본공업규격)등에 그 측정법과 표시법이 규정되어 있으며, KS(한국산업규격)은 ISO규격에 따른다. 감색성은 가시광선 안에 포함된 색광에 대하여 감재가 어떻게 감응하는가, 즉 어느 정도의 밝기로 찍히느냐 하는 성질을 말하며, 이러한 감색성에 따라 단파장의 보라, 남색에 감광하는 청감성(blue sensitive, regular), 여기에 노랑까지 확대시켜 감광되는 정색성(ortho chromatic), 가시광의 모든 영역에서 감광되는 전정색성(pan chromatic)으로 나뉜다. 현재의 컬러필름들은 가시광의 빛을 받아 모든 색의 이미지를 나타낼 수 있는 전정색성의 필름이 사용되고 있다.

한편 입상성은 상의 입자적인 상태를 거칠다던가 미세하다는 등의 심리적, 시각적, 또는 주관적으로 입자의 정도를 표시한다. 즉 필름의 감광막인 유제층에는 젤라틴 속에 미세한 할로겐화은의 입자가 분산되어 있는데, 저감도 필름에서는 할로겐화은 입자가 작고(미립자) 비교적 고르게 분산되어 있으나 고감도 필름에서는 크고(조립자) 고르지 않다. 일반적으로 입자가 고르고 작은(입상성이 좋은) 필름에서는 감도는 낮지만 해상력, 선예도가 우수하다. 반대로 필름이 조립자인 경우에는 입상성이 좋지 않아 해상력과 선예도는 떨어지지만 감도가 빨라 적은 빛에서도 촬영이 가능한 장점이 있다.

피사체의 명암을 같은 계조로 재현할 수 있는 범위를 필름의 관용도라고 하는데 특성곡선(特性曲線)의 직선부가 관용도가 된다. 관용도가 넓을수록 노출의 과부족에 대한 허용범위도 넓어진다. 일반적으로 관용도가 낮아 사용하기 까다로우며 고감도 필름일수록 관용도가 넓어 사용이 편리하다.

콘트라스트는 감재가 피사체의 밝고 어두움을 나타내는데 있어 그 차이를 뚜렷하게 나타내는 정도, 즉 흑백 또는 농담의 차이를 말한다. 흑백차이가 뚜렷한 상의 촬영시 경조

의 필름, 인물촬영시에는 연조, 일반적으로 풍부한 계조를 갖는 사진을 나타내고자 할 때는 중간조의 필름을 사용한다.

마지막으로 해상력은 사진렌즈나 필름의 기록능력, 즉 피사체를 어느 정도로 세밀하게 나타내느냐 하는 것을 의미한다. 필름이 미립자일 경우 해상력이 좋고, 조립자일 경우 해상력이 떨어진다.

1-2. 필름의 종류[10]

1-2-1. 형태에 따른 분류

① Roll film

일반 아마추어가 가장 많이 쓰는 필름으로 쇠나 플라스틱으로 된 매거진(magazine)이나 카트리지(cartridge)속의 스푼(spool)에 감아 넣거나 종이로 된 보호지와 함께 말아 쓴다. 휴대가 간편하고 연속촬영이 가능하여 햇볕에서 카메라에 바꿔 넣을 수 있는 장점을 가지고 있는 반면, 촬영 도중 필름을 바꿔 쓸 수 없고 촬영한 것만 먼저 꺼내서 현상 할 수 없다.

② Cut film or Sheet film

대형카메라에 쓰이는 낱장으로 된 필름으로 촬영도중 쉽게 필름을 바꿔 쓸 수 있고 필요한 것만 먼저 현상할 수 있는 장점을 가진 반면, 필름을 보호하는데 큰 홀더가 필요하여 휴대하기가 불편하고 연속촬영이 불가능하다.

③ Film pack

롤필름과 컷필름의 장점만을 따서 만든 것으로 12장 또는 16장의 컷필름을 종이로 이어 하나의 홀더에 넣은 것이다.

1-2-2. 특성에 따른 분류

① 컬러 음화 필름

컬러 인화용 필름으로 흔히 사용하는 필름으로 현상 시 우리가 본 것과 반대의 색과 음영으로 보인다. 구하기가 쉽고 관용도가 좋아 사용하기 편리하며 부드러운 느낌으로

인물촬영이나 평범한 사진에 사용하기 좋게 만들어져 있다.

② 컬러 양화 필름

컬러 인쇄용 필름으로 네거티브 필름과는 반대로, 색이나 음영이 보이는 그대로 현상되어져 나온다. 슬라이드 필름이라고도 하는데 정밀한 색상이 요구되는 인쇄용이나 광고사진, 작품제작용으로 다루기가 까다로우므로 전문가들이 많이 사용하는 필름이다. 대부분 crome이라는 이름이 붙여져 있는 것이 일반적이다.

③ 흑백 필름

흑백 인쇄용 필름으로 모든 색을 무시하고 그 음영에 따라 흑과 백으로만 현상되어져 나오는 네거티브필름이다. 색을 무시하고 내용을 중시하는 작품에 많이 사용되며 현상처리가 손쉬워 초보자들에게 좋다. 포지티브 필름은 현재 거의 사용하지 않는다.

④ 주광용

해가 비치는 옥외나 스트로보 칼라용의 섬광전구 등을 광원으로 할 때에 사용, 즉 데이 라이트 필름은 주광용으로 정상적인 태양빛 스펙트럼(색온도: 5,500~5,600. K)에 맞춘 감광유제를 쓴다. 일반 컬러필름이 이에 해당된다.

⑤ 텅스텐 타입

리플렉터 램프(사진용 전구)스튜디오 라이트, 옥소램프, 할로겐램프 등을 광원으로 실내 촬영에 주로 사용하며 텅스텐 불빛처럼 불그스름한 빛(색온도: 3,200. K)에 감광유제를 맞춘 것이다.

⑥ 특수 목적용 필름

적외선을 이용하여 촬영하는 적외선 필름이 컬러와 흑백으로 시판되고 있고, 그 밖에 아주 강한 콘트라스트를 나타내기 위한 제판용 리스필름 등이 있다.

1-2-3. 크기에 따른 분류

① 소형 카메라용: 35mm필름

② 중형 카메라용: 120, 220

③ 대형 카메라용: 4×5, 5×7, 8×10

1-2-4. 감도에 따른 분류

① 고감도 필름(fast film)

감도 400 이상의 필름으로 야간촬영이나 실내촬영 또는 망원렌즈 사용의 광량이 부족하거나 빠른 셔터스피드로 촬영해야 할 때 사용된다.

② 중감도 필름(medium-speed film)

감도 100, 200 정도의 필름으로 일반적인 목적에 사용되는 전천후 필름이다.

③ 저감도 필름(slow film)

감도 100미만 필름으로, 입상성이나 선예성을 목적으로 설계되어 확대율이 뛰어나다.

1-3. 필름의 구조

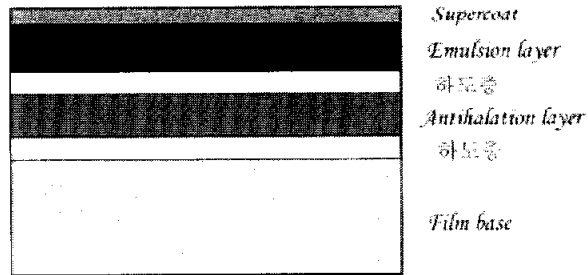
필름은 셀룰로이드와 같은 투명한 지지체에 감광유제를 발라 만든 것으로, 빛과 화학적, 물리적으로 반응하여 잠상을 형성한다.

① 보호층(supercoat layer)

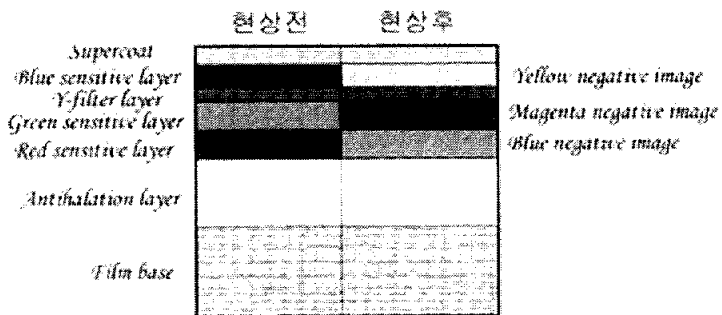
필름이 각종 먼지 및 긁힘으로부터 보호하기 위해 맨 위에 젤라틴으로 도포한 층이다.

② 유제층(Emulsion layer) - 흑백필름

감광성 물질인 AgX를 binder인 gelatin에 균일하게 분산시킨 것을 유제라 부르는데 이 유제를 일정 두께로 균일하게 도포한 층을 유제층(emulsion layer) 또는 감광층이라 한다. 일반적으로 유제에는 AgX외에 증감제, fog방지제 등 각종 첨가제가 포함되며, 사용하는 할로겐화은의 함량과 제조방법에 따라 사진성질이 달라진다. 이 감광층은 고감도층과 저감도층으로 나뉘어져 있어 필름의 노출 허용범위를 넓히고, 선예도 및 각종 필름의 질을 향상시킨다.



<그림 1> 흑백 필름의 구조



<그림 2> 컬러 필름의 구조

③ 할레이션 방지층(Antihalation layer)

사진을 찍다가 빛이 필름내로 비스듬히 입사하면 필름 내부에서 난반사를 일으켜 사진의 질을 떨어뜨릴 수가 있는데 이것을 방지하기 위해 필름의 맨 밑에 할레이션 방지층을 도포하여 필름 내에서 난반사가 일어나지 못하도록 한다.

4) 지지체(film base)

필름베이스는 광학적으로 투명하고 무색이며 균일하여야 하고, 화학적으로 안정되고 유제의 도포가 쉬워야 하며 물리적으로 장력이 강하고 온도나 습도의 변화에 따른 신축성이 없어야 한다.

㉠ Celluloid나 Polyester base

필름 베이스의 특성을 가장 잘 유지하고 있고 대부분의 필름에 사용되는 베이스이다.

㉡ Estar base

용매를 사용하지 않고 열처리를 가해 제조하는 것으로 물리적 강도가 강해서 신축성이 적고 잘 찢어지지 않는다. 현재는 Kodak technical pan 필름과 적외선 필름, 대형 시트 필름에서 사용되고 있다.

5) 하도층

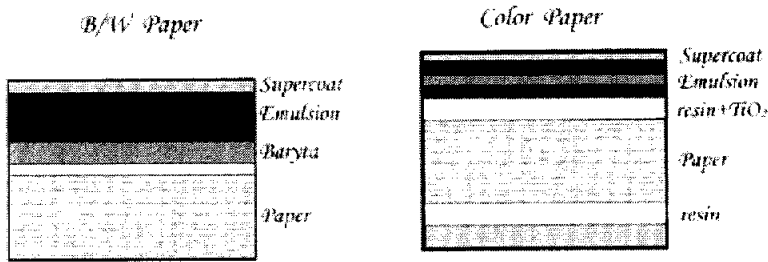
셀룰로이드 같은 지지체는 유제 및 할레이션 방지제 등과 같은 약품이 잘 도포가 되지 않을뿐더러 현상 등의 화학작용에 유제가 떨어져 나갈 수도 있다. 그러므로 이런 각 층에 하도층이라는 일종의 접착제를 발라서 코팅 안정성을 높인다.

2. 인화지의 특성과 종류 및 구조

현상한 필름의 네거티브 상(像)을 피사체와 같은 명암의 포지티브 상으로 만들기 위한 감광재료로서 인화지를 대별하면 흑백 인화지와 컬러 인화지로 나눌 수 있다. 흑백 인화지는 지지체 위에 할로겐화은 유제를 도포하고, 그 위에 보호 젤라틴을 도포한 것이다. 보호 젤라틴은 얇은 층으로 $1\mu\text{m}$ 이하인 것이 보통이며, 마찰에 의한 손상을 줄이기 위한 구조로 되어 있다.

2-1. 사진 인화지의 구조

사진용 지지체로서 원지(paper)는 양질의 종이로 사진유제에 얼룩이 생기거나 포그 현상이 일어나거나 감도에 영향이 미치지 않도록 잘 조정되어야 한다. baryta층은 황산바륨(BaSO_4)분말과 젤라틴을 주성분으로 하여 도포되어 있으며, 황산바륨의 작은 결정의 크기는 광택인화지용의 경우 지름이 $0.5\mu\text{m}$ 이하이나, 무광택지용은 $3\mu\text{m}$ 이상의 것도 있다.



<그림 3> 흑백 인화지와 컬러 인화지의 구조

baryta층은 인화지면의 반사율을 높이기 위한 것이며, 또 도포하는 유제가 원지의 지질(紙質)속에 스며들어가지 못하게 하기 위해 도포한다. 그러나 오늘날은 baryta지보다 원지의 앞뒤를 폴리에틸렌수지를 입혀 내수성(內水性)을 높임과 동시에 처리시간도 단축되는 RC(resin coated)인화지를 1968년 미국의 Kodak사에서 개발하여 발표한 후부터 컬러인화지는 모두가 RC화되었고, 흑백 인화지도 차츰 RC화되어가고 있다. RC 인화지의 구조는 전면에 백도(白度)를 높이기 위하여 티탄백(TiO₂)을 폴리에틸렌수지에 섞어 도포하고, 뒷면에 투명 폴리에틸렌수지를 도포하였기 때문에 현상처리 중에 액이 원지 속에 들어가지 않을 뿐 아니라 처리·건조가 빠르고, 자연건조나 온풍건조에서 쉽게 광택을 낼 수 있다.

인화지의 표면은 원칙적으로 평평하고 매끄럽지만, baryta지나 RC지를 만든 후 표면을 여러 모양으로 처리하여 활면(滑面:smooth), 미립면(微粒面:fine grained), 거칠음면(粗面:rough), 비단면(silk), 포목면(布目面:linen) 등을 만든다. 인화지의 표면상태는 사진적 특성에 큰 영향을 주며, 경우에 따라서는 인화상의 품위를 높여주기도 하고 또는 인화의 극히 적은 초점흐림이나, 입상성, 수정얼룩 등을 눈에 띄지 않게 하는 효과도 있다. 일반적으로 인화지 표면의 광택도에 따라 여러 가지로 분류된다.

2-2. 흑백 인화지

흑백 인화지의 감도와 감색성은 사진유제의 종류에 따라 정해진다. 흑백 사진유제는 염화은이나 브롬화은과 같은 할로겐화은의 결정을 젤라틴에 분산시킨 것으로, 사진유제의

감도는 유제 중의 할로겐화은의 구성과 결정의 크기·모양 및 분포에 따라 크게 영향을 받게 된다.

그러나 최근에 와서 할로겐화은 유제의 사진성을 조정하는 기술의 발달로 할로겐화은의 구성에 크게 영향을 받지 않고 필요한 감도 특성을 얻을 수 있다. 대개의 경우 밀착용 인화지는 염화은 유제를, 확대용 인화지는 브롬화은 유제를 사용하는 것이 보통이다. 인화지 감도는 0.6의 농도를 주는 노광량의 역수를 1,000배 한 값으로 주어지며, 인화지 특성곡선의 기울기에 따라 무호지에서 5호지까지 분류하고 있다. 인화화상의 콘트라스트는 인화지유제의 특성에 따라 다르며, 높은 콘트라스트의 화상을 얻을 수도 있고 낮은 콘트라스트의 화상을 얻을 수도 있다. 특성곡선을 살펴보면 0호지로부터 1, 2, 3, 4, 5호로 올라갈수록 인화상의 콘트라스트는 높아진다.

흑백 인화지의 색조는 화상을 만들고 있는 금속은의 색을 말하는 것으로 갈색이나 올리브색을 띠는 것을 온조(溫調), 청색을 띠는 것을 냉조(冷調)라고 한다. 이와 같이 색조의 차이가 나는 것은 인화지유제의 특성에 관계되는 것으로 할로겐화은의 조성, 은의 모양·크기, 특수한 유기화물의 첨가, 감광층의 경막 정도에 따라 다르며, 현상액의 선택, 현상에 따른 현상은의 크기·모양 등에 따라 색조가 변하는 수도 있다.

2-3. 컬러 인화지

컬러 인화지를 크게 대별하면 컬러네거티브 필름으로 인화하는 컬러 인화지와 액타크롬 필름(슬라이드 필름)으로 인화하는 액타크롬 반전인화지로 나눌 수 있다. 이 두 가지는 그 특성과 메커니즘은 다르나 어느 것이든 청색광에 의해 황색을 발색하는 청감유제층과 녹색광에 의해 마젠타 발색을 하는 녹색감유제층, 적색광에 의해 시안 발색을 하는 적감유제층으로 되어 있다. 컬러인화지의 지지체는 모두 RC인화지로 표면은 백도(白度)를 높이기 위해 백색 폴리에틸렌수지를, 뒷면에는 무색투명한 폴리에틸렌수지가 각각 도포되어 있다.

① 각 유제층의 분광감도[1]

컬러인화지용 유제는 감도가 낮은 반면 각 유제층마다 가시광선의 파장에 대한 감색성이 각각 다르다.

- 적감유제층은 panchromatic 유제층으로 적감도유제에 증감색소를 가하여 감광역을 적색광까지 감광되도록 한 유제로서 적색광에는 강하게 감광되나 청자색광에 대해서는 감

도가 크게 떨어지므로 고감도 필름에서와 같이 황색필터층이 불필요하다.

- 녹감유제층은 orthochromatic 유제층으로 녹색광에 대해서 강하게 감광되나 청자색에 대해서는 감도가 크게 떨어진다. 그러나 이 유제층에서 발색하는 마젠타색은 여러 문제가 있으며, 색의 순도면에서 항상 불순색이 단파장 쪽에 수반된다. 적감유제와 녹감유제의 청자색에 대한 감도는 무사할 수 있을 정도이므로 각 유제층의 순서를 자유로이 바꿀 수 있다.

- 청감 유제층은 regular 유제층으로 일반 흑백 유제층과 같은 고유 감색성을 가지고 있으며 황색을 발색한다.

② 각 유제층의 감도

슬라이드 필름으로 인화하는 액타크롬 반전인화지의 경우 세 유제층, 즉 청감유제층 · 녹감유제층 · 적감유제층의 감도는 모두 같으나 컬러네거티브 필름으로 인화하는 액타컬러 인화지의 세 유제층의 감도는 각각 다르다. 이와 같이 각 유제층마다 감도가 다른 원인은 컬러네거티브 필름의 부정색소화상(不正色素畫像)을 방지하기 위한 오렌지색 마스크 때문이다. 컬러네거티브 필름의 특성곡선을 보면, 황색층이 농도가 제일 높고, 그 다음이 마젠타층의 농도이다. 이것은 황색과 마젠타가 제각기 필터 구실을 하게 되어 꼭 같은 양의 청 · 녹 · 적색광이 필름을 통과하면 청색광이 가장 약화되고 다음이 녹색광이 약화됨을 알 수 있다. 따라서 액타컬러 인화지는 반드시 컬러네거티브 필름을 통해서 인화하도록 되어있는 인화지이므로 필름에서 약화되는 청색광과 녹색광의 양만큼 인화지에서는 청색광 유제층과 녹색광 유제층의 감도를 빠르게 해줌으로써 컬러 밸런스가 유지된다.

액타컬러 인화지의 특성곡선과 필름의 특성곡선을 비교해 보면 쉽게 이해된다. 그러나 컬러슬라이드 필름에서는 오렌지색의 마스크가 없기 때문에 액타크롬 반전인화지의 각 유제층마다 감도 차이는 없고, 다만 분광감도(分光感度)차이는 있다. 청감유제층은 고유 감광성 유제이며, 녹감유제층은 orthochromatic 유제이다. 컬러인화지는 흑백인화지와 같이 1, 2, 3, 4, 5호지와 같은 분류는 없고, 유제면 상태에 따른 광택지 · 반광택지 · 무광택지 등으로 구분한다.

3. 필름 및 인화지의 보존 및 보존포장재의 기준

사진 감광재료의 안정성에 관한 기준은 용도에 따라 분류된다. 예를 들면 가능한 오랫동안 또는 영구적으로 보존되어야 하는 영구 보존물, 약 100년까지는 보존되어야 하는 장기간 보존물, 10년까지는 보존되어야 하는 중기간 보존물, 매일매일 사용하여 보존가치가 거의 없는 작업 문서들로 분류된다.[1]

3-1. 필름 및 인화지의 보존기준

사진, 필름의 이상적인 보존환경은 저온, 저습이 유지된 암실에서의 보존이 필수적이며, 일반적인 보존조건은 암실환경에서 냉장고 온도인 5~10℃, 습도는 30~50%(RH)가 추천되고 있다. 또한 사진을 장기간 보존하기 위한 또 하나의 중요한 요인은 현상처리를 바르게 하는 것이다. 사진 및 필름이 현상, 인화과정에서 수세가 부족하면 잔류약품에 의해 은화상에 누런 반점이 생기고, 컬러사진에서도 정규의 처리가 되지 않으며 색소 화상의 보존성이 수명을 단축하는 요인이 된다. 사진화상을 보존하기 위한 조건을 규정한 것으로는 국제규격(ISO), 일본공업규격(JIS)등이 있으며, 규격으로 규정되어 있는 보존조건은 사진화상이 휴식하는 장소로서 이상형이지만, 그 조건을 실현시키기는 기술적으로 가능할지라도 경제적으로는 많은 시설비용을 수반한다. 현상처리를 마친 사진필름의 보존방법은 JIS 7641(ISO 5466)에 현상처리를 마친 사진인화지의 보존방법은 JIS K7642(ISO 6051)에 현상처리를 마친 사진전판의 보존방법은 JIS K7644(ISO 3897)에 자세히 나타나 있다.

3-1-1. 보존중의 습도

습도가 규정된 한계를 크게 벗어날 때는 유제에 대하여 아주 나쁜 영향을 미칠 수가 있다. 아주 높은 습도 및 낮은 습도는 어느 것이라도 피해야 한다. 상대습도가 50%를 넘을 수 없는 보존체계를 유지하는 것이 좋다. 60%를 넘는 상대습도로 장시간 방치하면 곰팡이류 생장을 위해 젤라틴 유제층의 손상이나 파괴가 일어나 결국에는 유제가 연화되어 접착을 불러일으킨다. 또 높은 습도 아래에서는 잔류처리약품(예를 들면 티오황산염)의 은화상에 미치는 영향이 가속되어 색소화상의 안정성도 손상되는 일이 많다.

상대습도가 20%이하로 되면 젤라틴 유제가 일시적으로 취화된 필름이나 인화지는

30%이상의 상대습도에서 상태조절을 하면 유연성을 회복시킬 수가 있다.

3-1-2. 보존중의 온도

필름이나 인화지를 약 40℃를 넘는 온도에 두면 색소화상의 퇴색이 진행된다. 한편 낮은 온도(0℃이하)에서는 젤라틴이 취화되지만 실온으로 돌아가면 유연성을 회복한다. 보존온도가 이슬점 이하일 때는 포장재와 내용물의 온도를 이슬점 이상으로 올리고 나서 감재를 꺼내지 않으면 표면에 결로가 생긴다. 이것을 피하는데 필요한 시간은 감재의 양과 온도차에 의존하고 수 시간이 걸리는 일이 있다. 보존 장소의 온도에서 또 하나 중요한 측면은 상대습도의 영향이다. 상태조절이 이루어지지 않은 경우에는 온도가 떨어지면 상대습도가 상승하나 적절한 보관을 위해 추천습도 범위를 넘는 일도 있다. 이 경우는 밀봉을 한 수납기를 사용하는 것이 좋다.

3-1-3. 공기 중의 부유물과 유해가스

티끌먼지나 공기 중의 고체입자가 감재에 부착되면 보기가 어렵게 되거나 흠이 생길 수가 있다. 반응성의 티끌먼지는 화상의 퇴색이나 얼룩의 발생원인이 될 수도 있다. 종종 유황 화합물이나 과산화물, 도로에서의 증기, 기타 활성 화합물 등의 유해가스는 지지체의 열화나 사진화상의 화학적 분해를 일으킬 수도 있다. 특히 시가지나 공업지대의 환경에서 가장 빈발하는 유해가스는 이산화유황으로써 이것은 약한 농도에서도 결정적인 영향을 미치기가 쉽다. 황화수소는 별로 일반적이지 않으나 낮은 농도에서도 아주 높은 활성이며 과산화물과 같은 산화성 가스는 미립자의 은화상을 국부적으로 산화시켜 착색된 미소한 콜로이드 은을 석출시킨다.

유해가스는 적절한 방법으로 제거 될 수 있다. 이산화유황은 공기 세정기에 의한 수처리로, 이산화유황 및 황화수소는 활성탄에 의한 흡착조작으로 제거된다. 다만 어느 것이라도 상시 관리가 필요하며 특히 활성탄의 경우 전문적인 취급을 필요로 한다.

3-1-4. 화재에 대한 방호

고온에 의한 프린트의 손상은 화재 때문이 아니라도 일어날 수가 있다. 은·젤라틴 화상은 약 150℃에서도 수 시간동안 현저한 화질 열화를 일으키지 않고도 유지될 수 있지

만 색소화상은 어느 정도의 퇴색이나 색 balance의 변화를 일으킬 수가 있다.[9]

열 현상형 은화상은 50℃를 넘는 온도에서 화상열화를 일으킨다고 간주할 수 있다. 필름이나 인화지는 높은 온도에서 화상열화 이외에 현저한 변형을 일으켜 관찰이나 복사가 불가능해지는 일도 있다. 또 높은 온도에 놓아둔 인화지는 인접한 시트나 끼움종이와의 사이에서 접착을 일으킬 위험도 있다.

아주 열화하기 쉬운 기록이나 화재로부터 확실히 지킬 기록은 복제를 만들어 별도장소에 보관해야 하며 어떤 종류의 내화 보관고는 물을 넣은 바깥통에서 증기를 발생시켜 그 냉각작용을 이용한다고 하는 특징적인 열 차단방법을 이용하는 것도 있다.

3-1-5. 콜로이드은 Blemish

보존 중에 착색반점 즉 Blemish는 화상이나 국부적으로 변화를 받아서 미소한 콜로이드 입자가 석출하는 것이다. 이와 같은 열화를 일으킬 가능성이 있는 산화제는 공기 중의 산소이고 그 작용은 습기, 여러 과산화물, 오존, 이산화유황, 황화수소 및 공업지대 대기환경중의 오염물질에 따라서 촉진된다.

과산화물은 목재나 보존에 사용한 끼움종이나 판지 수납상자에서 경시 변화되어 생기며 산화성 가스가 증기를 포함하지 않은 저온·저습의 공기순환 하에서 보존하는 것이 일반적으로 Blemish형성을 억제 또는 지연시키는 효과적인 방법이다.

3-2. 사진필름 및 인화지 보존포장재의 기준

처리를 마친 사진재료의 보존용 포장재료에 관한 기준은 ISO 10214에 나타나 있다.[6] 사진 보존을 위해 쓰는 재료의 조건으로는 첫째, 시간의 흐름에 따른 변화에 의해 산이나 과산화물이 생기게 하거나, 사진화상에 화학적 변질이나 분해가 일어나지 않게 하는 것. 둘째, 화학적으로 안정되어 유해한 분해 생성물이나 먼지가 생기지 않는 것. 셋째, 표면상태는 조금 거칠어 광택이 없을 것. 넷째, 포장재료로 사용되는 종이, 플라스틱, 접착제, 잉크 등 사진활성도 시험(JIS K1617: 현상처리 마친 사진필름, 인화지 보존용 재료의 사진화상 안정도 시험방법)에 합격한 것이어야 한다. 또한 종이류는 중성 또는 알칼리성이어야 하며 pH는 7.2~9.5(컬러사진의 경우 7.0~7.5), 금속, 왁스, 가소제 등 사진에 작용하는 성분을 포함하지 않아야 하며 사진에 부착 될 만한 섬유 부스러기가 없어야 한다. 접착제의 경우 유황, 철, 동 따위를 함유하지 않아야 하며 Ethyl결합의 화합물

이나 고부를 포함한 것이나 압착형의 것은 피해야 한다. 플라스틱의 경우 표면에 하전방
사제 따위가 도포되지 않아야 하며 화학적으로 불활성으로 가소화되지 않은 것이어야
한다. 포장재료 외부에 문자나 기호를 기입하기 위해 쓴 잉크는 침투, 확산, 전사되지 않
는 성질이어야 하며 포장재료 내부에는 인쇄물을 넣어서는 안 된다.

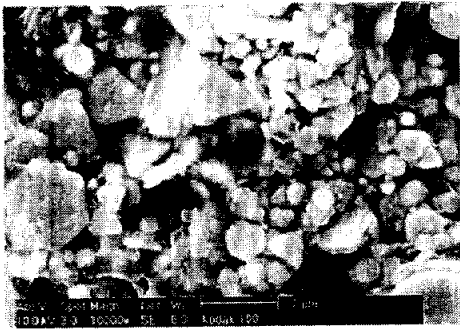
4. 실험 및 결과

4-1. 필름 및 인화지의 AgX 입자분석

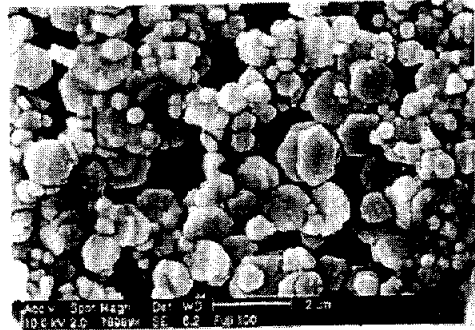
유제내의 silver halides의 여러 가지 형태는 근본적으로 Ostwald ripening시에 결정된
다.[2] Ostwald ripening이란 할로겐화은이 생성되고 난 후 미세한 결정은 보다 가용성
이 되므로 일정한 유제침전조건하에서는 용해되어져 보다 거친 결정(coarser crystals)
위에 재침전(reprecipitate)하게 되어 보다 더 큰 입자로 성장하게 되는데 이 단계를 제1
숙성(first ripening) 또는 물리숙성, 전숙성, Ostwald ripening이라 한다. 이 과정에서 숙
성시간, 반응물의 종류, 주입방법, mixing방법, 교반속도, 과량의 할로겐화 물질 등은 결
정의 형태와 크기에 중요한 영향을 미친다. 이 실험에서는 시중에서 유통 중인 각 필름
및 인화지의 유제층 내에 감광주체를 구성하고 있는 할로겐화은의 크기 및 모양을 전자
현미경(SEM)으로 촬영하여 각각의 입상성을 근거로 감도(ISO)별로, 필름·인화지, 흑백
감재와 컬러감재를 비교하여 해상력, 허용도, 감도를 예측하고자 하였다.[3]

가. 컬러 네거티브 필름 유제중의 AgX 입자의 전자현미경 사진(SEM)

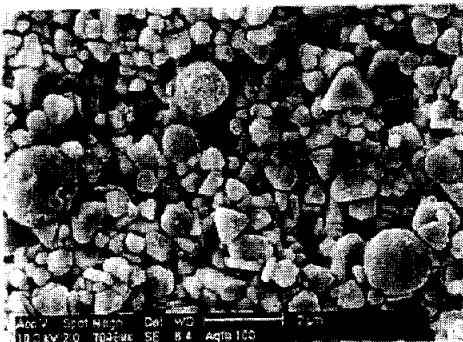
① ISO(국제표준규격) 100



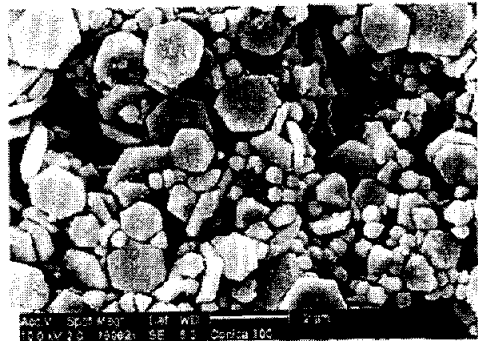
<그림 4. A사 필름(100)의 AgX 입자>



<그림 5. B사 필름(100)의 AgX 입자>



<그림 6. C사 필름(100)의 AgX 입자>

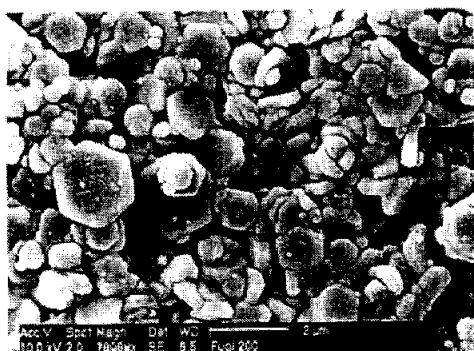


<그림 7. D사 필름(100)의 AgX 입자>

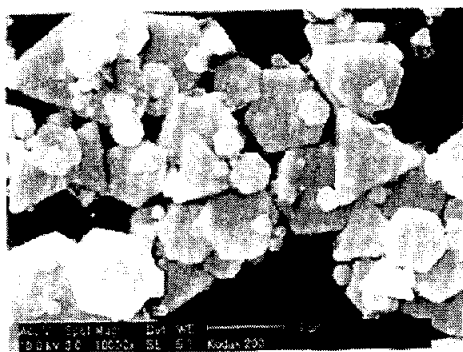
감도가 ISO 100인 필름의 경우 전체적으로 평균입자 size가 $1\mu\text{m}$ 내외이며 판상형 구조이다. 우선, 제품별로 입자를 분석해보면 A사 필름의 경우 미립자와 조립자가 혼재해 있으며, 미립자는 $0.5\mu\text{m}$ 조립자는 $1\mu\text{m}$ 정도이다. 입자크기의 분포를 볼 때 중간형태가 없으므로 contrast가 높고 허용도가 낮을 것으로 예상되며 미립자가 골고루 분포하므로 입상도가 좋을 것으로 기대된다. B사 제품의 할로겐화은 입자는 대부분 hexagonal tablet 형태이며, 미립자 $0.3\mu\text{m}$ 조립자 $1.2\mu\text{m}$ 의 입자크기를 볼 수 있다. A사 필름에 비해 중간크기

의 AgX입자와 미립자, 조립자가 골고루 분포하므로 허용도가 높을 것으로 예상된다. C사 필름의 경우, 입자형태가 불균일하며 A, B사의 입자는 빛에 대해 반응하는 단면적이 큰 판상형이었으나 이 제품은 무정형이다. D사 필름의 할로겐화은 입자들은 hexagonal tablet형의 조립자와 round형의 미립자가 혼재해 있으며 contrast가 높을 것으로 생각된다. A사의 흑백필름은 고감도층의 입자 직경이 대략 $0.8\mu\text{m}$ 정도이며, 저감도층의 입자는 $0.2\mu\text{m}$ 정도로 매우 작다.

② ISO(국제표준규격) 200

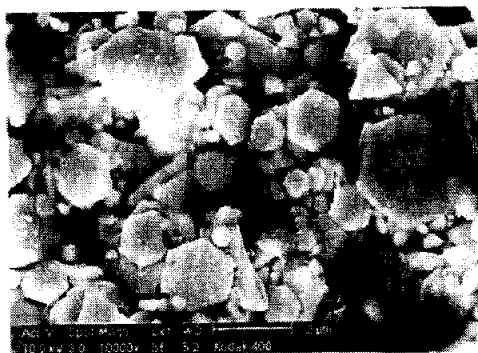


<그림 8. A사 필름(200)의 AgX 입자>

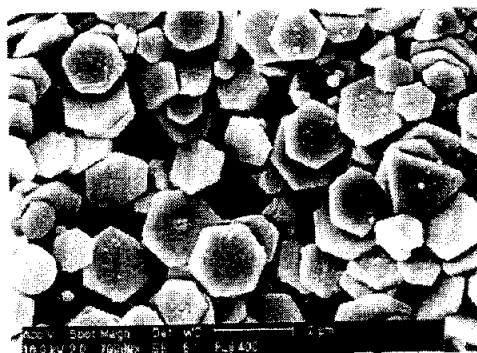


<그림 9. B사 필름(200)의 AgX 입자>

③ISO(국제표준규격) 400



<그림 10. A사 필름(400)의 AgX 입자>



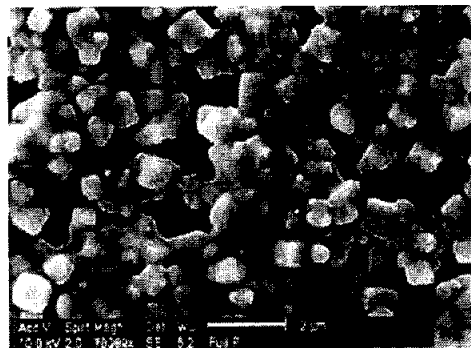
<그림 11. B사 필름(400)의 AgX 입자>

감도가 커질수록(ISO 200, 400) 입자크기가 커지는 것을 알 수 있는데 A사의 경우 입자가 hexagonal, trigonal tablet형이며 조립자가 각각 $2.1\mu\text{m}$, $2.6\mu\text{m}$ 로 미립자는 거의 크기의 변화가 없는 것에 반하여 조립자의 입자 size가 상대적으로 많이 증가했으며, B사의 경우엔 대부분이 hexagonal tablet형이며 감도가 증가할수록 조립자에 비해 미립자의 크기가 증가한 것을 볼 수 있다. 결과적으로 필름의 감도가 높아질수록 입상도가 떨어지므로 해상력이 감소함을 알 수 있다.

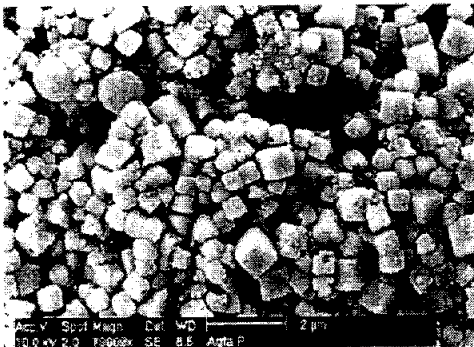
나. Color 인화지 유제층의 AgX 입자의 전자현미경 사진(SEM)



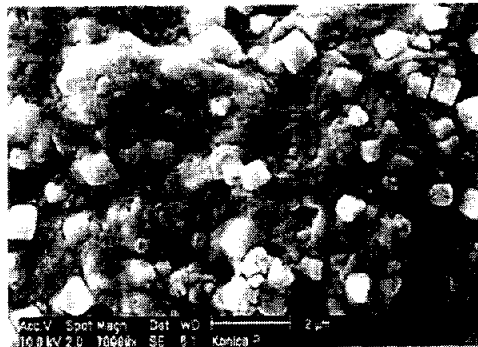
<그림 12. A사 인화지의 AgX 입자>



<그림 13. B사 인화지의 AgX 입자>



<그림 14. C사 인화지의 AgX 입자>

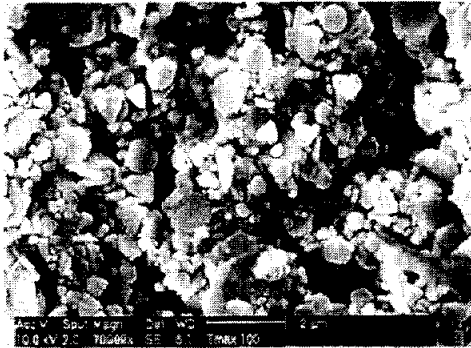


<그림 15. D사 인화지의 AgX 입자>

인화지의 AgX입자를 보면 필름에 비해 $0.5\sim 0.8\mu\text{m}$ 로 입자크기가 작으며(입상성이 좋음) cubic형태이므로 빛에 반응하는 단면적이 큰 판상형의 필름보다 감도가 떨어지나 입상성은 인화지가 우수함을 알 수 있다.

다. B/W 필름 및 B/W인화지 유제층의 AgX 입자의 전자현미경 사진(SEM)

동일한 감도(ISO 100)지만 컬러필름에 비해 흑백 필름의 AgX 입자가 작은 것은 흑백의 경우 AgX가 상형성에 중요한 역할을 하므로 입상도를 좋게 하기 위해 입자를 작게 한다는 것을 예측할 수 있다. 흑백 인화지의 할로겐화은 입자는 $0.4\mu\text{m}$ 크기의 균일한 cubic형태를 이루고 있으며 입상성이 우수하다.



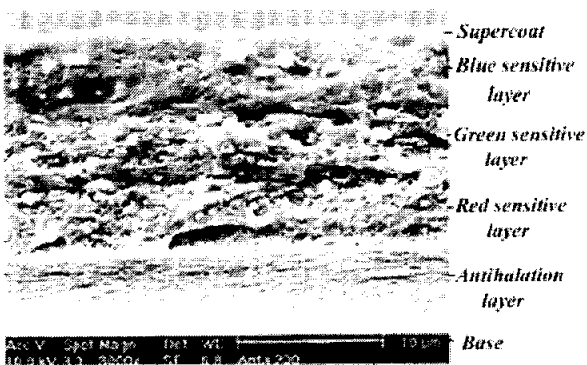
<그림 16. A사 필름(100)의 AgX 입자>



<그림 17. E사 흑백인화지의 AgX 입자>

4-2. 필름 유제층의 단층면 분석

(컬러 네거티브 필름과 흑백 네거티브 필름의 유제층의 단층면 비교)



<그림 18. C사 컬러필름(200)의 유제단면>

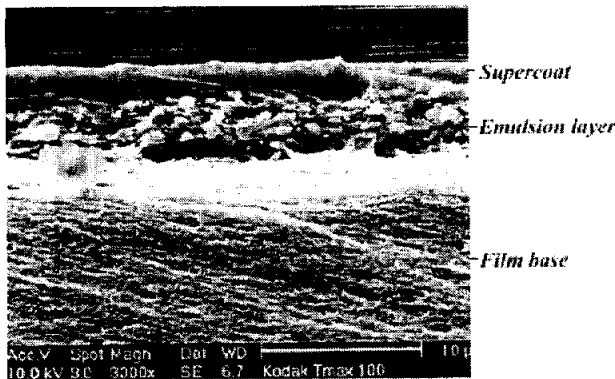
Supercoat : $0.7\mu\text{m}$

Blue sensitive layer : $5.3\mu\text{m}$

Green sensitive layer : $5\mu\text{m}$

Red sensitive layer : $5\mu\text{m}$

Antihalation layer : $4.7\mu\text{m}$



Supercoat : $2\mu\text{m}$

Emulsion layer : $3.3\mu\text{m}$

<그림 19. K사 흑백필름(100)의 유제단면>

K사 흑백필름의 경우 보호층의 두께가 약 $2\mu\text{m}$ 로 C사 컬러필름에 비해 3배정도 두꺼운 것으로 보아 본 연구의 보존실험에 의거하여 흑백필름이 컬러필름에 비해 빛, 열, 습도 등에 관계된 여러 가지 환경 요인에 대한 보존력이 우수한 것을 알 수 있다. 또한 컬러 필름의 유제층 중 Red 감광층이 가장 아래쪽에 위치한 것이 보존실험결과 Cyan층의 내구성이 가장 우수함을 증명해 주었다.

4-3. 필름 및 인화지의 감도결정

4-3-1. 필름의 감도결정

① 실험재료 및 조건

측정에 사용된 필름은 시중에서 비교적 쉽게 구할 수 있는 일반 사진 촬영용 필름으로 여러 회사의 제품 중에서 많이 사용되는 감도 100, 200, 400의 필름들이 선택되었으며 실제로 실험에 사용된 필름의 종류는 다음과 같다.

시료필름 : A사 color film ISO100, 200, 400

B사 color film ISO100, 200, 400

C사 color film ISO100, 200

D사 color film ISO100, 200

A사 B/W film ISO100

<표 1> Sensitometer와 Densitometer 조건

Sensitometer (NML-7115, MESS-TEK LTD)	Light source : Lamp P-28S(100V, 500W, 2856 $\pm$ K)	
	Voltage : 75V	Current : 4.26A
	Sutter speed : 62ms	
	Filter(wedge scale) : Fuji N15B (25steps $\times$ 0.15)	
Densitometer (투과형) (반사형)	DM-550 (Dainippon Screen MFG.CO.LTD)	
	DM-400 (Dainippon Screen MFG.CO.LTD)	

2) 시험방법

선택된 필름들은 각각 감도계(MESS-TEK, NML-7115 sensitometer)를 사용하여 노광을 받은 후, 해당 회사에서 각 제품에 대하여 추천하는 방법으로 현상처리 되었다. Fuji사의 N15B filter를 이용하여 얻어진 Y, M, C의 분리된 색상 농도를 측정하여 ANSI PH 2.27-1981방법을 사용하여 특성곡선을 얻었으며 앞에 설명된 방법으로 각 필름의 감도를 결정하였다. <표 1>은 노광량 조사와 농도측정에 사용된 실험장비의 제원이며, 각 필름의 현상처리에 사용된 약품과 처리조건이 <표 2>에 주어진다.

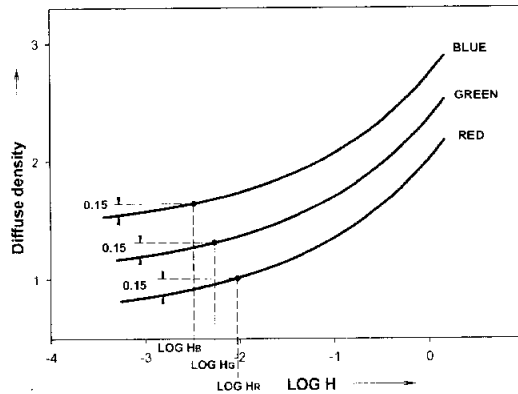
3) 실험결과

실험방법상 절대 노광량의 값을 얻을 수 없어, 알려진 필름의 감도가 얻어질 수 있도록 특성곡선의 X축의 값이 재조절(rescaling)되어 사용되었으며 결과적으로 얻어진 모든 시료 color 필름의 감도는 <표 3>에 나타난 바와 같다. 각 시료필름의 Yellow, Magenta, Cyan의 분광 특성곡선들은 거의 비슷한 모양으로 평행을 이룸을 볼 수 있었으며 관용도 및 color balance도 양호하였다.

<표 2> 필름의 현상약품 및 처리조건

film	항목	온도	사용약품	현상 시간	비고
	처리구분	(℃)			
A사 color negative film	development	37.8	Kodak flexicolor developer replenisher (Lorr for process C-41)	10분	자동 현상
	bleach	38	Kodak flexicolor bleachIII replenisher for process C-41		
	fix	38	Kodak flexicolor fixer and replenisher for process C-41		
	wash	38	Super conditioner		
	dry	56			
B사 color negative film	development	38	CN-16L, N1R	8분	자동 현상
	bleach	38	RCF-2R		
	fix	38	RCF-3R		
	stabilizer	38	RCF-4R		
	rinse	38	FSC 100 (super conditioner)		
	dry	53			
C사 color negative film	development	37	Agfacolour process 71/72 (C-41 BNP, RANP) CD-LR colour developer-LR	17분	자동 현상
	bleach	37	Agfacolour process 71 (C-41BNP)		
	fix	37	AP 71/72 (C-41 BNP, RANP CN-film)		
	stabilizer	37	AP72 stabilizer "NF" (C-41 RANP, CN-film)		
	rinse	37	water		
	dry	58			
D사 color negative film	development	38	Konica color developer replenisher type52 (K-52N1R-02)	8분 20초	자동 현상
	bleach	38	Konica color negative film bleach replenisher type 52 (K-52N2R-02)		
	fix	38	Konica color negative film fixer and replenisher type 52 (K-52N3R-03)		
	stabilizer	38	Konica color negative film stabilizer and replenisher type 52 (K-52N4R-01)		
	rinse	38	FSC 100 (super conditioner)		
	dry	33			
A사 b/w negative film	development	24	Kodak developer D-76	6분	수동 현상
	stop	24	water	15초	
	fix	24	PPC super fix	10분	
	wash	24	water	20분	
	dry	45		15분	

④컬러 음화 필름(color negative film)의 감도결정[1]



<그림 20>

컬러 음화 필름의 감도 결정법

$$H_m = \sqrt{H_G \cdot H_{sc}}$$

$$\therefore S = \frac{\sqrt{2}}{H_m}$$

대표적인 감도결정법으로는 ISO(ANSI)-speed, ISO-speed, DIN-speed, JIS-speed등의 결정법이 있으며, 본 실험에서는 그림 2에 설명되어 있는 ANSI PH 2.27-1981결정법을 이용하였다. 감도점 H_b , H_g , H_r 은 각 곡선의 최소농도에 각각 0.15를 더한 농도 값에 해당하는 노광량이며, green 층에 해당하는 값 H_g 와 나머지 두층 중 감도가 가장 낮은 층에 해당하는 값 H_{sc} (그림 2의 예에서는 red 층의 감도가 가장 낮음)의 기하평균을 구하여 감도 S 를 계산할 수 있다.

<표 3> 컬러필름의 감도

ISO100	A사	96.81
	B사	129.58
	C사	83.16
	D사	90.45
ISO200	A사	199.54
	B사	219.04
	C사	219.79
	D사	161.63
ISO400	A사	412.91
	B사	387.09

나. 인화지의 특성곡선(Characteristic Curve)

1) 시험재료 및 조건

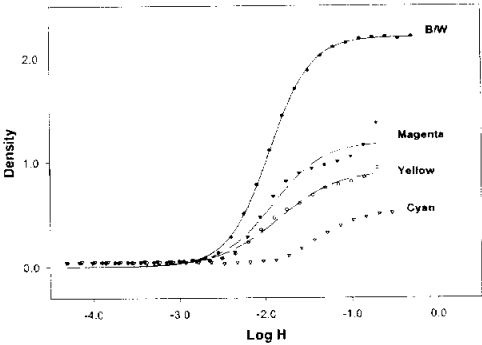
인화지의 경우에도 필름의 경우와 마찬가지로 다음과 같이 시중에서 널리 판매되는 자동 현상용 인화지들을 선택하였고 감도계를 이용하여 Y, M, C, B/W 색상을 분리하여 노광을 준 뒤 각 제품별로 요구되는 방법에 맞게 현상 처리한 후 상대적인 감도, 관용도, color balance등을 비교하였다. 다음은 실험에 사용된 시료인화지이며 현상에 사용된 약품과 처리조건은 <표 4>에 정리되어 있다.

시료인화지 : A사 color paper D사 color paper
 B사 color paper E사 b/w paper
 C사 color paper

2) 실험결과

측정된 네 회사 제품의 인화지들에 대한 사진특성은 거의 유사하였으나 C사 color paper TypeⅡ의 경우에는 magenta색상의 평균농도가 0.56으로 타사제품의 평균 magenta농도 0.48에 비해 상대적으로 높았는데 이것은 같은 필름으로 동일한 노광량을 사용하여 인화 처리를 할 경우 타제품에 비해 붉은 색상이 약간 강조될 수 있음을 보여준다. A사 인화지

의 각 층의 특성곡선을 <그림 21>에 도시하였다.[3]



<그림 21> A사 컬러 인화지의 특성곡선
[Exp.time 1/16s]

<표 4> 인화지의 현상약품 및 처리조건

paper	process type	항목	온도 (℃)	사용약품	인화 시간	비고
		처리구분				
A사 color paper	RA-4 process	development	37.7	Kodak ektacolor prime sp developer replenisher	4분 20초	자동 인화
		bleach-fix	34.9	Kodak ektacolor prime bleach-fix replenisher		
		stabilizer	34.8	super conditioner		
		dry	60			
B사 color paper	CP-47L process	development	38.5	P1	3분 15초	자동 인화
		bleach-fix	38	P2		
		stabilizer	35	PS1, PS2, PS3		
		dry	65			
C사 color paper	Agfa colour process 94	development	35	Agfacolour process 94 colour developer	3분 30초	자동 인화
		bleach-fix	33	Agfacolour process 94 bleach-fix		
		stabilizer	35	AP 94 stabilizer		
		dry	65			
D사 color paper	Type 22 process	development	37	Konica color QA paper developer replenisher type22	4분	자동 인화
		bleach-fix	35	Konica color QA paper bleach-fix and replenisher type22		
		stabilizer	34	Konica color QA paper super stabilizer and replenisher type22		
		dry	58			
E사 b/w paper	-	development	27	Kodak Dektol developer	25초	수동 인화
		stop	27	water	10초	
		fix	27	PPC super fix	8분	
		wash	27	water	10분	
		dry	27		15분	

A사제품의 경우에는 yellow색상의 평균적인 농도가 0.31로 타사제품의 0.26에 비해 상대적으로 높았고, B사 제품의 경우에는 yellow부분의 농도가 낮은 반면 cyan층의 농도가 평균 0.18로 타제품의 0.15에 비해 상대적으로 높아서 각 제품의 브랜드 이미지인 색상차이를 잘 나타내주었다.

4-4. 보존실험 (내구성 테스트)

4-4-1. 필름의 보존특성 시험

가. 실험조건 및 실험방법

필름의 감도결정 시험에서 얻어진 각 필름의 Yellow, Magenta 및 Cyan의 시료필름을 Weather-o-meter(노화가속장치)에 넣어 사진특성의 변화를 조사한다.

<표 5>Weather-o-meter (노화가속장치)-Atlas Electric 25-WR(1979)

Light source	Xenon lamp 2,500W	Xenon lamp : 자연광에 가장 가까운 빛을 내는 광원으로 크세논가스가 채워진 석영관속의 전극이 방전을 일으켜 발광하는 램프
Temperature	60℃	
Humidity	60%	
Experimental time	120hr	

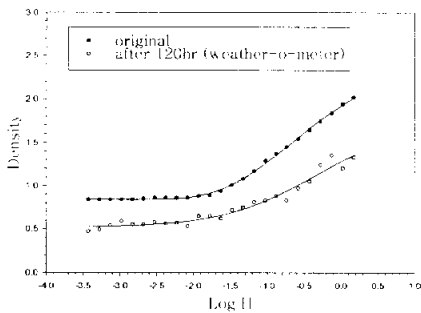
나. 실험결과 및 분석

필름을 노화가속장치에 넣고 설정된 조건에서 120 시간 지난 뒤 꺼내어 농도 변화를 측정하였더니 yellow, magenta층의 농도는 평균적으로 노화시키기 전보다 각각 0.37, 0.35 정도 감소하였으며, cyan층의 농도는 약 0.15정도의 감소를 보여 상대적으로 적은 농도 변화를 나타내었다. 이것은 자외선을 많이 받는 고온, 고습의 환경에서 yellow, magenta층의 보존성이 상대적으로 떨어져 색상이 쉽게 퇴색될 수 있음을 예측하는 반면 cyan층의 농도는 내구성이 상대적으로 강하여 이러한 퇴색된 필름을 사용하여 인화를 할 경우 황색 톤이 강조된 사진을 얻을 수 있음을 보여준다. 다음은 Y, M, C 각 층별로 컬러 감재의 내구성을 비교한 그래프이다.

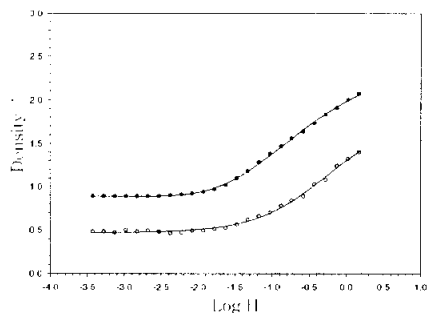
① 감도에 따른 Yellow 발색층의 농도변화 그래프

a. 감도 ISO 100

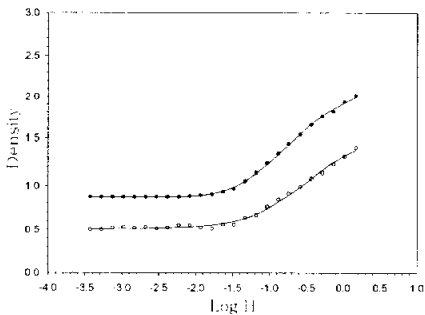
감도 ISO 100에 대한 제조사별 컬러 네거티브 필름의 Y층의 내구성은 A사의 경우 평균 0.40, B사는 0.54, C사 0.44, D사 0.36의 농도저하를 보였으며 전체적으로 0.44의 농도저하를 보였다. A사와 C사의 경우 노광과다의 영역에서 심한 농도저하를 보였다.



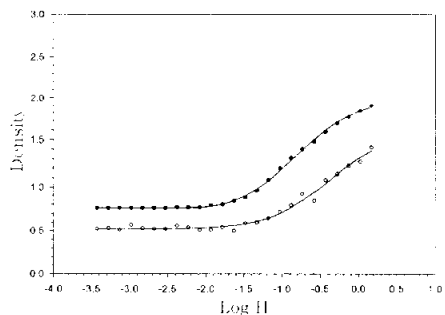
<그림 22. A사 필름 ISO 100 농도변화-yellow>



<그림 23. B사 필름 ISO 100 농도변화-yellow>



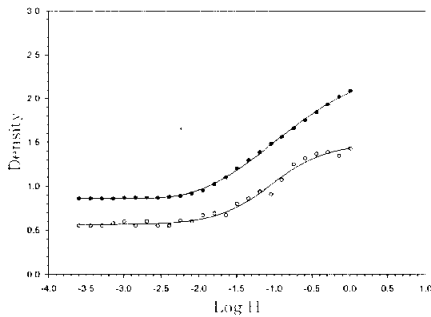
<그림 24. C사 필름 ISO 100 농도변화 yellow>



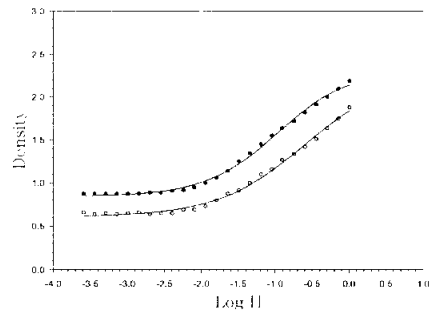
<그림 25. D사 필름 ISO 100 농도변화-yellow>

b. 감도 ISO 200

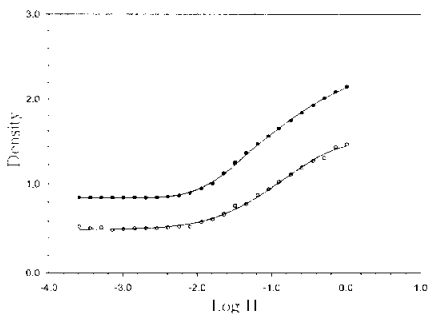
감도 ISO 200에 대해서는 평균 0.38, 감도 ISO 400에 대해서는 0.30의 농도저하를 보였으며 감도가 증가하여도 Yellow 발색층의 농도차가 증가하지 않는데 그 이유는 컬러의 경우 현상전에 존재하던 감광성의 AgX입자가 현상후 빠져나가고 coupler만 남게 되며, 현상후 노화가속실험을 하였기 때문에 입자가 큰 감도의 필름이라 할지라도 감도에 따른 보존특성의 차이는 볼 수 없다.



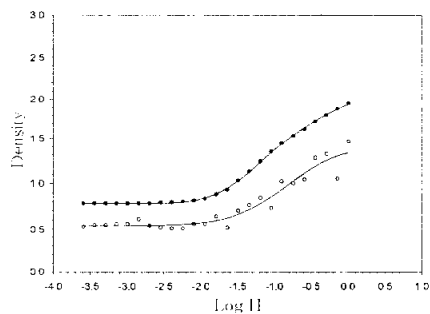
<그림 26. A사 필름 ISO 200 농도변화-yellow>



<그림 27. B사 필름 ISO 200 농도변화-yellow>



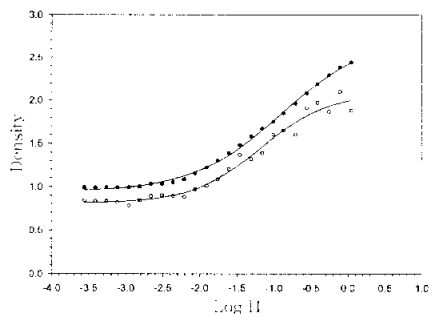
<그림 28. C사 필름 ISO 200 농도변화-yellow>



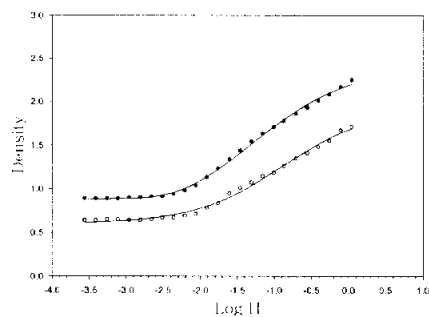
<그림 29. D사 필름 ISO 200 농도변화-yellow>

c. 감도 ISO 400

감도 ISO 400에 대한 Y층의 농도변화는 A사가 0.22, B사가 0.38로 A사가 내구성이 우수한 것을 볼 수 있다.



<그림 30. A사 필름 ISO 400 농도변화-yellow>

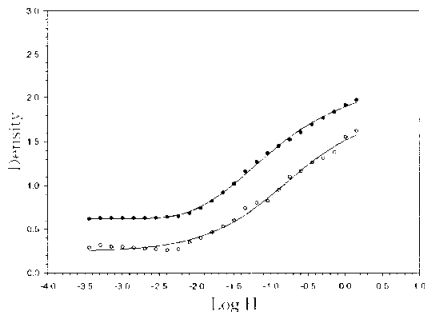


<그림 31. B사 필름 ISO 400 농도변화 yellow>

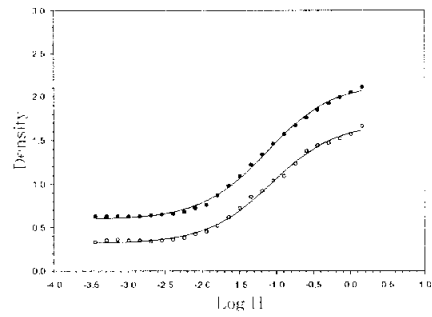
② 감도에 따른 Magenta 발색층의 농도변화 그래프

a. 감도 ISO 100

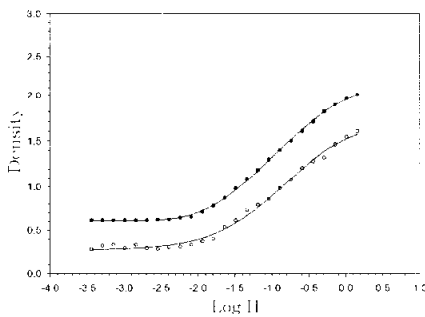
감도 ISO 100에 대한 제조사별 컬러 음화 필름의 M층의 내구성은 A사의 경우 평균 0.39, B사는 0.30, C사 0.37, D사 0.32의 농도저하를 보였으며 전체적으로 0.36의 농도저하를 보여 Y층과 비슷한 보존특성을 보였다.



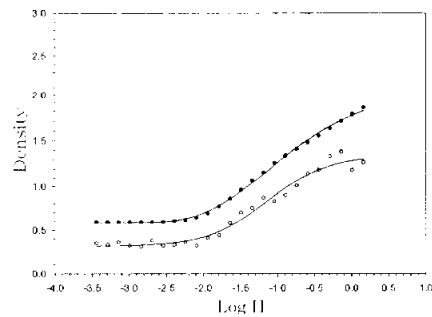
<그림 32. A사 필름 ISO 100 농도변화-magenta>



<그림 33. B사 필름 ISO 100 농도변화-magenta>



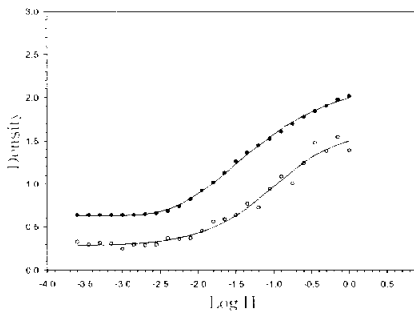
<그림 34. C사 필름 ISO 100 농도변화-magenta>



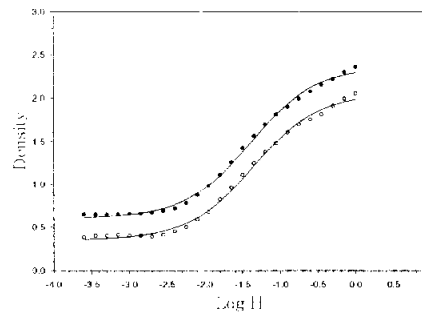
<그림 35. D사 필름 ISO100 농도변화-magenta>

b. 감도 ISO 200

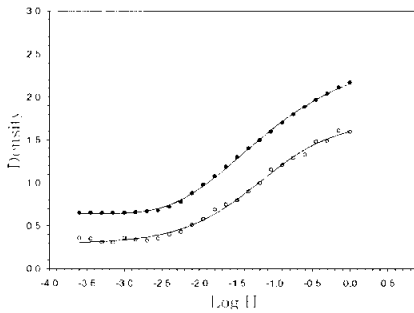
감도 ISO 200에 대해서 M층은 평균 0.38, 감도 ISO 400에 대해서는 0.32의 농도저하를 보였으며 감도가 증가하더라도 Magenta 발색층의 퇴행전과 퇴행후의 농도차가 증가하지 않는다. B사의 경우 평균 0.29의 전체적으로 균일한 농도저하를 보여 네 제품 중 Magenta층에 대하여 가장 우수한 보존특성을 보였다.



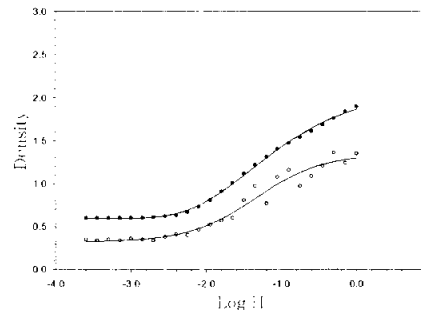
<그림 36. A사 필름 ISO200 농도변화-magenta>



<그림 37. B사 필름 ISO 200 농도변화-magenta>



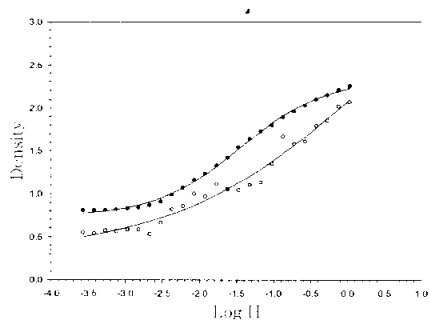
<그림 38. C사 필름 ISO 200 농도변화-magenta>



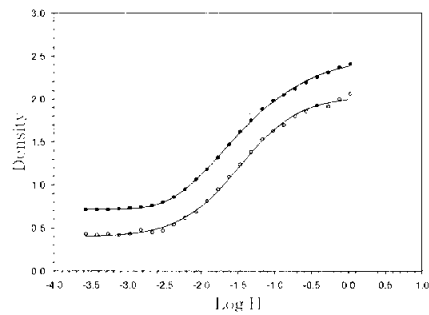
<그림 39. D사 필름 ISO 200 농도변화-magenta>

c. 감도 ISO 400

감도 ISO 400에 대한 M층의 농도변화는 A사가 0.30, B사가 0.34로 평균 0.32의 농도저하를 보여 퇴행후의 Y층과 비슷한 보존특성을 알 수 있다.



<그림 40. A사 필름 ISO 400 농도변화-magenta>

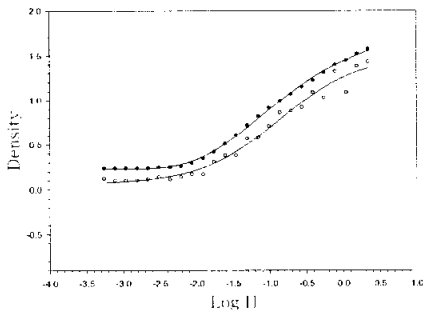


<그림 41. B사 필름 ISO 400 농도변화-magenta>

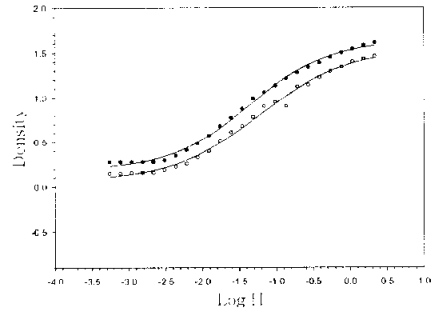
③ 감도에 따른 Cyan 발색층의 농도변화 그래프

a. 감도 ISO 100

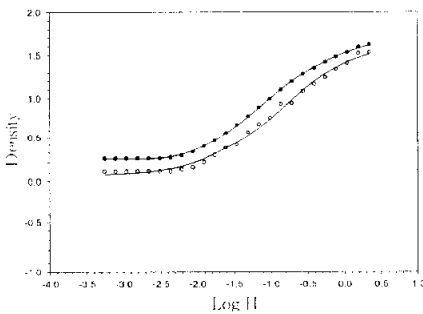
감도 ISO 100에 대한 제조사별 컬러 음화 필름의 C층의 내구성은 A사의 경우 평균 0.16, B사는 0.16, C사 0.17, D사 0.10의 농도저하를 보였으며 전체적으로 0.15의 농도저하를 보여 Y, M층에 비해 가장 우수한 보존특성을 보였다.



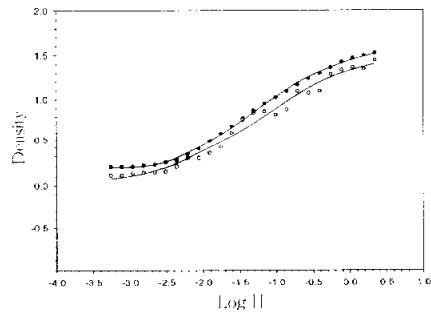
<그림 42. A사 필름 ISO 100 농도변화-cyan>



<그림 43. B사 필름 ISO 100 농도변화-cyan>



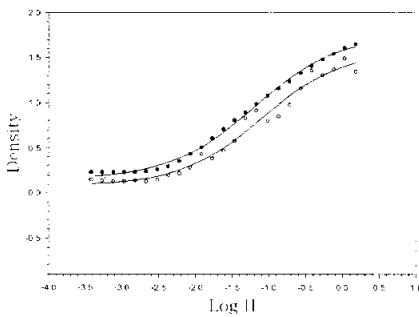
<그림 44. C사 필름 ISO 100 농도변화-cyan>



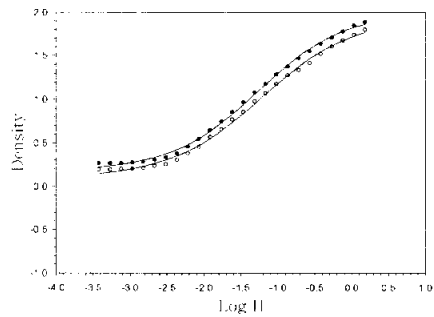
<그림 45. D사 필름 ISO 100 농도변화-cyan>

b. 감도 ISO 200

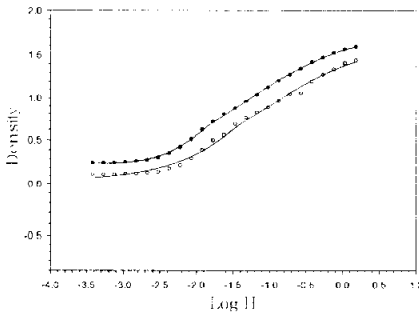
감도 ISO 200에 대해서 Cyan층은 A사가 0.15, B사가 0.09, C사가 0.19, D사가 0.13의 농도저하를 나타냈고, 평균 0.14의 농도저하로 역시 감도 ISO 200의 경우에도 다른 두 층에 비해 가장 좋은 내구성성을 보였다. 또한 B사의 경우 네 제품 중 Cyan층에 대하여 가장 우수한 보존특성을 보였다.



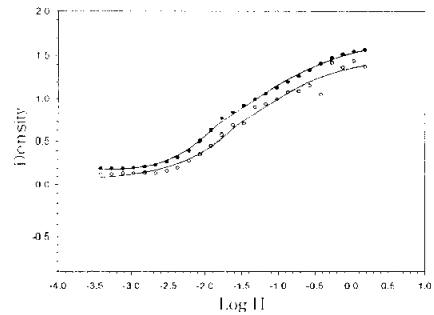
<그림 46. A사 필름 ISO 200 농도변화-cyan>



<그림 47. B사 필름 ISO 200 농도변화-cyan>



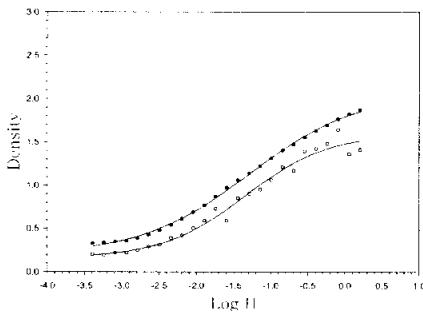
<그림 48. C사 필름 ISO 200 농도변화-cyan>



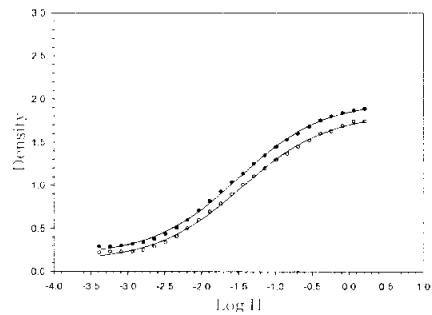
<그림 49. D사 필름 ISO 200 농도변화-cyan>

c. 감도 ISO 400

감도 ISO 400에 대한 M층의 농도변화는 A사가 0.30, B사가 0.34로 평균 0.32의 농도저하를 보여 퇴행후의 Y층과 비슷한 보존특성을 알 수 있다.



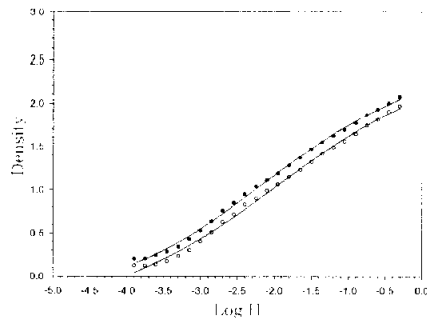
<그림 50. A사 필름 ISO 400 농도변화-cvan>



<그림 51. B사 필름 ISO 400 농도변화-cvan>

④ 흑백 음화 필름의 농도변화 그래프

흑백 필름의 경우 평균 0.12의 농도저하를 보였으며 같은 감도 ISO 100의 컬러 필름과 비교했을 때 Y층 0.44, M층 0.36, C층 0.15의 농도저하를 보인 컬러 필름보다 훨씬 우수한 내구성을 보였다.



<그림 52. A사 흑백필름 ISO 100의 농도변화>

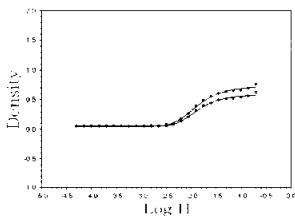
4-4-2. 인화지의 보존특성 시험

가. 실험조건 및 실험방법

필름의 경우와 동일하며 인화지의 사진특성 시험에서 얻어진 각 인화지의 Yellow, Magenta 및 Cyan의 시료필름을 Weather-O-meter에 넣어 사진특성의 변화를 조사한다.

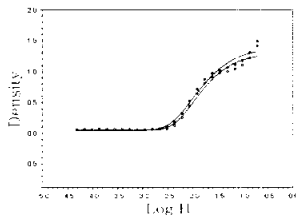
나. 실험결과 및 분석

노화가속기에서 120시간 지난 후 꺼내어 측정된 인화지의 경우에도 필름과 마찬가지로 Y, M, C 의 각 층에서 감소된 농도를 관찰 할 수 있었으나 그 변화는 필름의 경우보다 훨씬 적게 나타났으며 이것은 인화지가 필름보다 비교적 안정하다고 받아들여지는 사실을 뒷받침한다. Yellow층의 경우 평균 0.051, Magenta층은 0.048, Cyan층의 경우에는 0.023의 농도변화를 보여 필름의 경우와 마찬가지로 Cyan층이 다른 두 층에 비하여 비교적 안정한 상태를 나타내었다. 컬러 인화지의 경우 컬러 필름과 비슷한 분포를 보이며 농도변화를 나타냈으므로 본 논문에서는 네 제품 중 D사의 Y, M, C 농도변화 그래프만을 도시하였다.



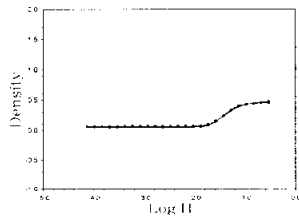
<그림 53>

D사 인화지의 농도변화 yellow



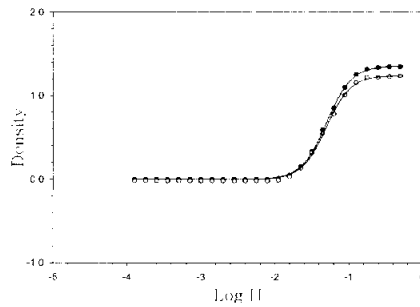
<그림 54>

D사 인화지의 농도변화-magenta



<그림 55>

D사 인화지의 농도변화 cyan



<그림 56> E사 흑백 인화지의 농도변화

또한 흑백 인화지의 경우 전체적으로 농도변화가 0.044정도로써 컬러인화지의 Magenta 층과 비슷한 내구성을 보임을 알 수 있었다. 그러나 필름의 경우와 비교해 볼 때 인화지의 흑백·컬러에 대한 보존특성의 차이는 거의 없다고 볼 수 있으며 필름에 비해 인화지의 내구성이 뛰어난을 알 수 있었다.

III. 결론

기록된 사진필름이나 인화지를 보존하기 위한 표준방안의 기본은 끊임없이 변화하는 주변의 유해물질로부터 그것을 보호 저장하는데 기초한다. 이러한 유해물질들로는 이산화황, 산화질소, 과산화수소, 유기과산화물, 대기 중의 습도, 산소 등이 포함되는데 이러한 이유 때문에 기록보존물의 보존 시 저장용기나 보존 장소, 지역 등의 선택에 각별한 주의가 주어져야한다. 본 연구는 사진필름과 인화지의 노화가속장치 실험을 통하여 각 제품별 사진적특성, 보존특성을 알아보고 그에 알맞은 보존방법을 찾기 위한 목적으로 진행되었다.

노화가속실험 결과를 크게 4가지의 기준으로 분류해보면 첫째, 컬러감재의 Y, M, C층의 내구성을 각각 비교했을 때 오랜 세월이 경과한 컬러필름의 경우 Y-0.372, M-0.354, C-0.153의 농도변화를 보였고 컬러인화지의 경우 Y-0.051, M-0.048, C-0.023의 농도변화를 나타낸 것으로 보아 컬러감재는 Y, M, C 세 층 중 Cyan층이 가장 안정할 것임을 알 수 있었다. 이것은 컬러감재의 유제층 중 Red 감광층이 가장 아래쪽에 위치한 것으로 예측할 수 있다. 이 결과를 바탕으로 오랜 시간이 경과한 컬러감재의 경우 Yellow 발색층과 Magenta 발색층의 변색이 Cyan 발색층보다 심할 우려가 있으므로 보존시 Color balance 유지에 주의해야함을 알 수 있다. 둘째, 필름과 인화지를 비교해보면 인화지가 비교적 필름보다 더 안정했으며 컬러 인화지의 Y, M, C층 모두 일정한 농도저하를 보여 노화에 따른 손상이 적음을 확인할 수 있었고 이것은 보존 시 필름보다 인화지가 안정함을 나타낸다. 셋째, 흑백 감재와 컬러 감재를 비교했을 때 필름의 경우 은염 입자로 구성된 흑백 필름이 염료(dye)층이 포함되어있는 컬러 필름의 경우보다 노화가속실험에 우수한 보존특성을 보였으나, 인화지의 경우에는 흑백·컬러 감재에 따라 큰 농도차이가 없었으며 고온, 고습, 자외선의 환경에서 모두 안정한 보존특성을 나타낼 것임을 예측할 수 있다. 넷째, 컬러 필름의 감도별 (본 논문에서는 ISO100, 200, 400에 대하여) 실험한 결과 예상과는 달리 감도가 증가하여도 필름의 내구성이 감소하지 않았다. 감도가 높을수록 감광재료는 빛, 온도 등의 환경조건에 민감하다.[15] 그러나 미처리(노광전 또는 현상전) 컬러필름의 경우엔 고감도일수록 환경에 민감하게 반응할 수 있으나 본 연구에서는 현상처리가 끝난 즉, 발색되어 AgX입자가 제거된 컬러필름에 인위적으로 세월의 경과를 적용하였으므로 감도에 따른 보존특성의 변화는 관찰할 수 없었다.

현대에 와서 오래된 사진을 복원하려는 노력이 많으나 보존이란 원래의 정보를 그대로

유지하는 것이 가장 바람직할 것이다. 그러므로 필름의 보존에 더욱 유의하면서 또한 컬러감재 보존 시 Y, M, C 세 층의 color balance를 유지하면서 변색을 방지하고 현재 보존된 사진들을 체계적으로 분류하여 기준을 세워 그에 따라 과학적이고 안전하게 사진을 보존해야 할 것이다.

IV.참고 문헌

- [1] Karlheinz Keller, Science and Technology of Photography, 1993
- [2] 오제웅, 사진공학, 1996
- [3] T.H.James, The Theory of the Photographic Process, fourth edition
- [4] John B.Williams, Image Clarity-High Resolution Photography, 1990
- [5] Yasushi Nozawa, Hideto Ikoma, Masaharu Okano, Damage to High Speed Color Negative Films from Natural Background Radiation Journal of Imaging Science and Technology, 270-276, No.4, vol.46, 2002
- [6] ISO 10214, Photography-Processed Photographic materials-Filling Enclosures for Storage, 1991
- [7] John Sturge, Vivian Walworth, Allan Shepp. Imaging Processes and Materials, Neblette's 8th Edition
- [8] Leslie Stroebel, John Compton, Ira Current, Richard Zakia.
Basic Photographic Materials and Processes; Second Edition.
- [9] Rudolf Gschwind, Franziska Frey,
Electronic Imaging, a Tool for the Reconstruction of Faded Color Photographs,
Journal of Imaging Science and Technology, 520-525, No.38, vol.38, 1994

[10] 안홍찬, 한상완, 최훈정

필름, 사진, 인화지의 기준 및 평가방법 표준화 기술개발에 관한 연구, 2002

감사의 글

우선 대학원 생활을 무사히 마칠 수 있도록 아낌없는 지도와 관심으로 가르침을 주셨던 담당교수님이신 허훈 교수님께 감사를 드립니다.

그리고, 바쁘신 와중에도 저에게 새로운 기회의 장을 마련해주시어 하나하나 지적해주시며 제 실험에 관심을 기울여 주신 한국 화학연구원 안홍찬 선생님께 정말 감사드립니다.

1년동안 제 담당교수님처럼 저에게 많은 지도와 도움을 주셨던 김종태 교수님, 그리고 임권택 교수님, 김지홍 교수님, 정용석 교수님, 정연태 교수님, 오정수 교수님께도 감사를 드립니다.

항상 부족한 저를 사랑하시고 격려해주시는 우리 아빠, 그리고 사랑하는 엄마, 외할머니, 오빠와 동생 지현.. 힘들고 재미있는 대학원 생활 함께 했던 희영, 현주, 현정, 성락선배, 은주선배, 인혜, 재영선배, 경일선배, 자신의 일처럼 걱정하고 도움을 많이 주었던 민영선배에게.. 그리고 마지막으로 내 소중한 하와이 친구들과 죽마고우 현주 그리고 SCJ, 제가 사랑하는 모든 사람들에게 감사를 표합니다.