

Rhodamine 6G 용매에 따른 CA 훈증 지문 증강 효과에 관한 연구

A study on Enhancement Effectiveness of Cyanoacrylate Fumed Fingermark by the Solvent of Rhodamine 6G

심예라, 유제설
순천향대학교 법과대학원

Yea-Ra Shim(yera936@gmail.com), Je-Seol Yu(haplif@naver.com)

요약

본 연구에서는 잠재지문이 유류되어 있는 비다공성 또는 반다공성 검체를 CA 훈증하여 지문을 현출한 후 현출된 지문을 증강하기 위해 Rhodamine 6G를 사용하였다. 각기 다른 용매를 기반으로 조제한 두 종류의 Rhodamine 6G 용액 중 어떤 것이 더욱 효과적으로 지문을 증강할 수 있는지 알아보려고 하였다. 실험에 사용한 일곱 종류의 표면 모두 유기용매 기반 Rhodamine 6G보다 수용성 기반 Rhodamine 6G를 사용하였을 때 지문이 잘 증강되고 배경 염색도 적었다. 그러나 실제 현장에서 수집되는 감식 대상은 다양한 표면 재질과 색상을 가지는 한계점이 있으므로 이를 바탕으로 추후 연구가 필요할 것으로 사료된다.

■ 중심어 : | 로다민 6G | 비다공성 | 반다공성 | CA 후처리 | 수용성 기반 로다민 6G | 유기용매 기반 로다민 6G |

Abstract

In this study, latent fingermarks deposited in porous or non-porous surface was developed by cyanoacrylate fuming, and then the developed fingermark is enhanced by using Rhodamine 6G. Between water-based R6G and organic solvent-based R6G, author studied about which material have higher effectiveness in enhancing fingermark. In all seven types of surfaces depositing fingermark, water-based R6G have higher effectiveness in enhancing fingermark and lower surface coloring than organic solvent-based R6G. But because the surfaces found in crime scene have multicolor background and various quality, the additional study about various surfaces is needed.

■ keyword : | Rhodamine 6G | Non-porous | Semi-porous | Technique After Cyanoacrylate Fuming | Water-based Rhodamine 6G | Organic Solvent-based Rhodamine 6G |

1. 서론

범죄가 발생하고 범인을 검거하는 데 있어서 여러 가지 유형의 수사단서들이 활용되고 이를 다각적으로 분석하고 해석하여 범인을 검거하게 된다. 한국사회의 범

죄 발생 횟수가 점차 증가함과 동시에 범죄 수법 또한 날로 흉포화되고 다양해지며 복잡한 양상으로 변화하고 있다. 대부분 사건에 있어서 범인은 현장에 흔적을 남기려 하지 않고, 오히려 범행을 은폐하기 위해 현장에 남겨진 수사단서들을 지우기까지 하고 있는 것이 현

* 본 연구는 순천향대학교 학술연구비 지원으로 수행되었습니다.

접수일자 : 2017년 03월 20일

수정일자 : 2017년 06월 01일

심사완료일 : 2017년 06월 01일

교신저자 : 유제설, e-mail : haplf@naver.com

실이다. 이와 같은 최근의 실태로 인해 한 사건이 발생하여 범인을 검거하기까지는 과거보다 더 많은 인력과 시간, 노력이 필요한 상황이다[1-5].

사건 현장에 남겨진 지문, 족적, 모발, 섬유, 혈액, 타액, 정액, 미세증거물, 필적, 총기발사흔 등 이 세상에 존재하는 모든 물건이나 형상이 증거물이 될 수 있다 [6]. 이처럼 다양한 형태로 현장에 존재하는 물적 증거 중에서도 지문은 개인 식별을 위한 결정적인 방법으로 사용되어 온 법과학적 증거이다.

그러나 현장에 유류된 대부분의 지문은 사람의 눈으로 확인하기 어려운 잠재지문(Latent Fingerprint)의 형태로 남아있다. 오래 전부터 잠재지문을 물리적·화학적 방법을 이용하여 가시화 하기 위해 많은 연구가 이루어졌다. 그 중 순간접착제 기체법(Cyanoacrylate Fuming, 이하 CA 혼증법)은 1978년 일본경찰청 산하 범포수사부에서 처음 창안했으며 1982년 일본에 있던 미군과학수사 실험실 연구자들에 의해 개발되었다 [7][8]. 비다공성 또는 반다공성 표면에 유류된 지문을 시각화 할 때 사용하는 기법의 하나로 Cyanoacrylate (이하 CA)는 무색 단량체로서 시중에서 흔히 구할 수 있는 순간접착제이다. CA는 기름기 및 수분으로 이루어진 잠재지문 용선에서 선택적으로 흰색의 딱딱한 고분자체를 형성하는 중합(polymerization) 반응을 일으킨다[9-12]. CA 혼증법은 비교적 신선하지 않은 지문도 현출이 가능하며 분말, 가변 광원, 염료 등의 재처리를 통하여 가시화를 증폭할 수 있다[13][14]. 가시화를 위한 방법에는 분말, Rhodamine 6G, Basic Yellow, Basic Red, Ardrex 등이 사용되고 적용방법으로는 침지법, 스프레이법 등이 있다. CA 현출 지문에 추가적인 증강 기법을 적용할 시 지문이 훼손되는 것을 방지하기 위해 적어도 24시간 이상 건조한 후 적용할 것을 권장하고 있다[15][16].

여러 가지 분말과 시약을 이용하여 CA 현출 지문을 증강하는 방법은 이전 연구를 통해 알려져 있다. CA 증강 기법 중에서도 Rhodamine 6G는 CA 현출 지문을 증강하는데 사용되는 범용 착색제로써 매우 효과적인 광냉광을 발한다. Rhodamine 6G는 수용성(물) 기반과 유기용매(Petroleum ether) 기반의 두 가지 방법으로 조

제되어 사용된다[17][18].

수용성 기반 Rhodamine 6G의 경우 신선한 CA 현출문을 손상시키지 않으며 CA 혼증 직후에 적용해도 된다. Rhodamine 6G의 들뜸 스펙트럼은 가시선 영역에서 400-560nm의 상대적으로 넓은 반응 영역을 가지며 들뜸 최대값은 490nm와 530nm이다. 그중에서도 530nm 주변 파장에 의하여 가장 강한 들뜸이 일어난다. 530nm가 넘어가면 자극광과 방출광의 그래프가 겹쳐져 현출된 지문 용선을 관찰하는 데 있어 선명도가 떨어진다. 따라서 530nm 이하의 자극광을 사용하고 자극광과의 겹침이 일어나지 않는 560nm 이상의 파장을 지나는 Barrier Filter를 적용하여 관찰하면 들뜸으로 인한 방출광만을 관찰할 수 있게 되어 보다 선명하게 지문을 관찰할 수 있다. Rhodamine 6G 처리된 지문을 관찰할 때는 초록색 광원과 오렌지 필터를 이용하면 좋다. Rhodamine 6G 처리된 지문은 빛이 완전히 차단된 암실 환경일수록 관찰하기에 용이하며 높은 형광성 배경에서는 그리 효과적이지 못하다. 또한, 일부 기질에 흡수되어 높은 형광성을 가진다[18-20]. 본 연구에서는 현장에서 수거한 증거물에 존재하는 지문을 현출하기 위해 CA 혼증을 진행한 뒤 현출된 지문을 증강하는 일련의 과정을 가정하였을 때, 두 종류의 Rhodamine 6G 중 어떤 기반의 Rhodamine 6G가 보다 효과적으로 지문을 증강할 수 있는지 알아보고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 표면선정

실제 사건 현장에 존재할법한 물체의 표면들로 실험을 진행하기 위하여 일상에서 쉽게 찾아볼 수 있는 재료 중에서도 비다공성 표면을 가진 물체를 주로 하여 예비실험을 진행하였다. 예비실험 결과를 토대로 표면을 분류하고 세분화하였으며 그 종류는 다음과 같다. ABS 수지, Polyvinyl chloride (PVC), Polystyrene (PS), Acrylic 판, Polypropylene (PP), Low - density polyethylene (LDPE), High - density polyethylene (HDPE)로 총 7종류의 검체를 사용하였다.

본 실험에서는 지문 통제를 위해 하나의 지문을 반으로 나누어 사용하는 Splitting 기법을 이용하였다. 따라서 실험에 사용할 검체들을 각각 25×38mm 크기로 준비한 후 지문을 유류하기 전에 반으로 자른 뒤 사용하였다. 실험의 신빙성을 위하여 한 검체당 3 반복 실험을 진행하였다.

2. 재료 및 장비

본 실험에서는 CA 혼증을 통해 잠재지문을 현출하였다. 이때 사용한 cyanoacrylate는 아모스 412 순간접착제(AMOS, Korea)로써 cyanoacrylate 함량이 95% 이상, 복합화합물 성분이 5% 미만인 제품이다. 지문 구성 성분 외에도 검체의 배경까지 polymer가 형성되는 과혼증(Over-developed)을 방지하기 위해서 일반 플라스틱 챔버를 사용하였다. 온도나 습도를 조절하기 위한 별도의 장치 없이 1시간 동안 혼증을 진행하였다. 이후 착색 작업을 하기 위해서 CA 혼증 직후의 신선한 혼증 물들을 직사광선이 없는 평균온도 20℃, 상대습도 45%의 환경에서 24시간 동안 건조시켰다.

CA 혼증물에 착색을 하기 위한 시약으로는 SIRCHIE(USA)사의 Rhodamine 6G 분말을 이용하여 수용성 기반 Rhodamine 6G와 유기용매 기반 Rhodamine 6G를 제조하여 사용하였고 두 종류의 시약 모두 stock solution과 working solution 2가지를 제조하여 적용 시 섞어서 사용하였다. 우선 수용성 기반 Rhodamine 6G는 Rhodamine 6G 0.2g을 Isopropanol 200mL에 용해시키고 Methyl ethyl ketone 300mL를 첨가하여 stock solution을 제조한다. 그 후 stock solution 250mL를 Distilled Water 750mL로 희석하여 working solution을 제조하였다. 유기용매 기반 Rhodamine 6G는 Methanol 1000mL에 Rhodamine 6G 1g을 용해시켜 stock solution을 제조한 후 stock solution 3mL를 Acetone 15mL, Acetonitrile 10mL, Methanol 15mL, Isopropanol 32mL, Petroleum ether 925mL에 희석하여 working solution을 제조하였다. 2 가지 시약 모두 갈색 유리용기에 담아 실온에서 보관하였다.

검체에 유류된 CA 혼증물에 Rhodamine 6G를 이용한 착색을 완료한 후, 사진을 촬영하였다. 암실에서 사

진을 촬영하였으며 초록색 광원 (ROFIN, PoliLinght-Flare@Cyan, 505nm LED Head, Australia)을 사용하여 일정 높이에서 광원을 표면에 적용함과 동시에 오렌지 필터를 사용하여 사진을 촬영하였다. 모든 실험의 촬영은 M 모드¹⁾에 F값 11로 통일하였으며 검체의 색상, 표면의 재질 등을 고려하여 적절한 shutter speed 값을 설정하여 사진을 촬영하였다. 단, 같은 검체 끼리는 shutter speed값 또한 일정하게 설정하였다. 카메라 본체는 Nikon D80 (Nikon Corporation, JAPAN)을 사용하였으며 렌즈는 NIKON Micro-NIKKOR 105mm (JAPAN)을 사용하였다.

3. 지문 샘플

실험에 사용된 지문은 만 23세 여성의 것으로 본 실험의 모든 지문은 동일인의 지문을 사용하였다. 온도 21.8℃, 습도 51%의 환경에서 우수 엄지를 이용하여 지문을 유류하였다. 지문 유류 전 별도의 세정제 없이 물로만 손을 세척한 후 70% 에탄올로 한 번 더 세척하였다. 손가락을 코와 이마에 자연스럽게 문질러 피지 성분을 문힌 후 반으로 자른 두 개의 표면을 맞대어 그 중앙에 지문이 위치하게 한 뒤 중앙선을 따라 두 개로 나눠게끔 하였다. 표면별로 유류된 잠재지문의 현출력과 시간의 연관성을 확인해 보기 위해 지문 유류 직후, 3일, 7일, 15일 동안 직사광선이 없는 평균온도 20℃, 상대습도 45%의 환경에서 보관하였다.

4. 실험 방법

총 13가지 종류의 검체 위에 기름 지문을 찍은 후 유류 직후의 지문과 3일, 7일, 15일이 경과한 지문의 Rhodamine 6G 용매 기반별 착색 정도를 연구하였다. Rhodamine 6G는 모두 dipping법으로 적용하였으며 15초간 검체 전체가 잠기도록 적용하였다. 이후 Distilled Water를 이용하여 배경에 남아있을 수 있는 Rhodamine 6G와 불순물들을 행귀냈는데 지문에 착색된 시약의 손상을 최소화하기 위해 이 또한 dipping법으로 15초 동안 적용하였다. 현출한 잠재지문을 개인식

1) 조리개, 셔터를 임의로 조절할 수 있는 수동모드, 촬영 상황에 따라 사용자가 값을 설정할 수 있다.

별에 사용하기 위해서는 용선 확인이 용이할 정도의 대조비를 가져야 한다. 대조비가 좋으면 용선을 보다 선명하게 관찰할 수 있다. 본 실험에서는 CA 혼증 후 Rhodamine 6G 처리를 한 지문을 관찰하는데 가변 광원과 필터를 사용하여 관찰하였을 시에는 잠재지문 용선이 노란빛으로 관찰된다. 대조비가 좋지 않은 검체에 지문이 유류되어 있을 때 관찰을 용이하게 하기 위해 처리하는 CA 후 증강기법 중의 하나가 Rhodamine 6G이지만, 이때 검체가 손상되어 배경이 함께 염색되면 지문 용선뿐만 아니라 배경에서도 노란빛이 관찰되고 대조비가 낮아지게 된다. 수용성 기반 Rhodamine 6G와 유기용매 기반 Rhodamine 6G를 처리했을 때 검체별 배경염색 정도를 평가하여 검체별로 피해야 할 Rhodamine 6G 용매 기반을 알아보고자 한다. 배경 염색 정도를 평가하는 기준은 다음과 같다.

다양한 표면에서 현출한 지문의 결과는 평가 기준 표에 따라 점수를 부여했으며 내용은 검체 종류별로 분류하여 표로 나타냈다.

5. 평가기준

본 실험에서는 두 가지 방법으로 나누어 평가를 진행하였다. 첫 번째로 지문 용선이 식별 가능할 정도의 디테일을 가지는지에 대한 평가를 진행하였고 두 번째로 Rhodamine 6G 용매 기반에 따른 검체별 배경 염색 정도를 평가하였다.

표 1. 지문 용선 디테일 평가 기준 표

등급	평가 기준
0	지문의 용선이 전혀 현출되지 않음
1	지문의 존재는 알 수 있으나 용선의 특징이 보이지 않음
2	지문 용선의 1/3을 식별할 수 있는 약한 현출
3	지문 용선의 2/3을 식별할 수 있는 강한 현출
4	지문 전체가 식별 가능한 매우 강한 현출

표 2. 검체 배경 염색 정도 평가 기준 표

등급	평가 기준
0	전체적인 배경 염색이 너무 심해 지문의 용선이 전혀 보이지 않음
1	배경 염색이 심하긴 하지만 지문의 존재는 알 수 있음
2	용선의 2/3 이상에 영향을 미칠 정도의 강한 배경 염색
3	용선의 1/3 이상에 영향을 미칠 정도의 약한 배경 염색
4	배경 염색이 되지 않아 지문 식별에 영향이 없음

III. 실험 결과

다양한 표면에서 현출한 지문의 결과는 평가 기준 표에 따라 점수를 부여했으며 내용은 검체 종류별로 분류하여 표로 나타냈다.

1. 플라스틱 판에 유류된 잠재지문 현출 결과

1.1 ABS 수지에 유류된 잠재지문 현출 결과

신선한 지문과 3일, 7일, 15일의 건조 기간을 거친 지문 모두 수용성 기반 Rhodamine 6G를 처리했을 때는 지문의 용선을 선명하게 관찰할 수 있었다. 별도의 건조 시간을 거치지 않은 신선한 지문의 경우 유기용매 기반 Rhodamine 6G를 처리했을 때 지문 용선을 관찰할 수 있었고 건조 기간을 거친 나머지 지문들은 유기용매 기반의 Rhodamine 6G를 처리했을 때 지문 용선을 관찰할 수 없었다.

다른 플라스틱 표면과 비교하여 특히 ABS 수지의 경우 유기용매 기반 Rhodamine 6G를 사용하였을 때 배경 염색이 심하게 되어 지문을 관찰하는 데 어려움이 있었다. ABS 판에 잠재지문을 유류한 후 건조시간을 달리 설정한 것에 따른 시약 효능의 차이는 발견할 수 없었다.

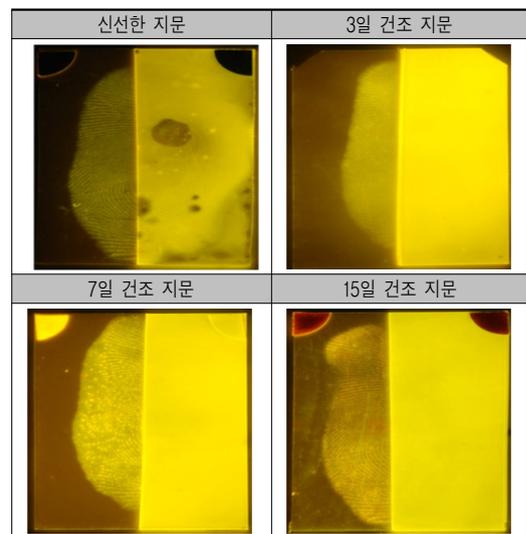


그림 1. ABS에 유류된 잠재지문 현출 결과

1.2 PVC에 유류된 잠재지문 현출 결과

수용성 기반 Rhodamine 6G를 처리했을 때 모든 지문의 용선을 선명하게 관찰할 수 있었다. 유기용매 기반 Rhodamine 6G를 처리했을 때 PVC에 존재하는 미세한 흔적들이 더욱 시각화되고 불투명하게 변하는 모습을 관찰할 수 있었다.

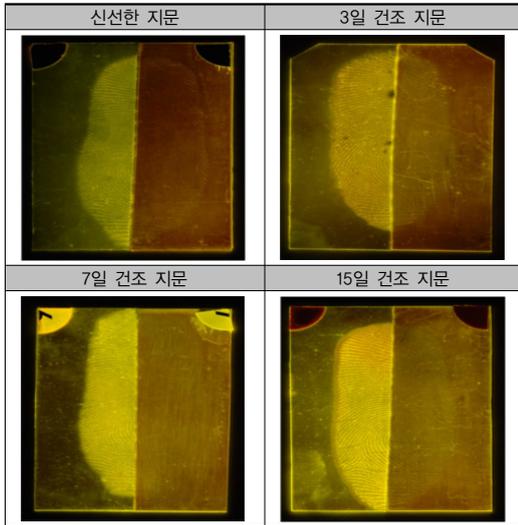


그림 2. PVC에 유류된 잠재지문 현출 결과

1.3 PS에 유류된 잠재지문 현출 결과

Polystyrene은 스티롤 수지라고도 하며 흡습성이 거의 없고 고주파 절연물질로서 뛰어나다. 발포제를 써서 팽창시킨 스펀지 상의 흡 폴리스티렌은 매우 경량이고 이것이 우리가 알고 있는 스티로폼으로 단열재, 흡음재에 사용된다. 본 실험에 사용된 Polystyrene은 스티로폼이 아닌 플라스틱판 형태이다.

수용성 기반 Rhodamine 6G를 처리하였을 때 모든 지문의 용선을 선명하게 관찰할 수 있었다. 유기용매 기반 Rhodamine 6G를 처리했을 때는 적용전보다 검체가 불투명해지는 변화가 관찰되었으나 지문 용선 식별에 영향을 줄 정도는 아니었다.

1.4 Acrylic 판에 유류된 잠재지문 현출 결과

수용성 기반 Rhodamine 6G를 처리하였을 때는 배경 간섭과 상관없이 선명한 지문 용선을 관찰할 수 있었

다. 유기용매 기반 Rhodamine 6G를 처리했을 때는 다른 플라스틱 표면보다 배경 염색이 많이 된 것을 관찰할 수 있었으며 그 결과 지문을 관찰하는 데 있어 대조비가 떨어지고 3일 건조한 지문의 경우 용선이 아예 보이지 않았다. 그러나 이를 제외한 세 가지 지문은 선명도의 차이가 있긴 하지만 지문의 일부는 육안으로 구분 가능할 정도로 증강된 것을 확인할 수 있었다.

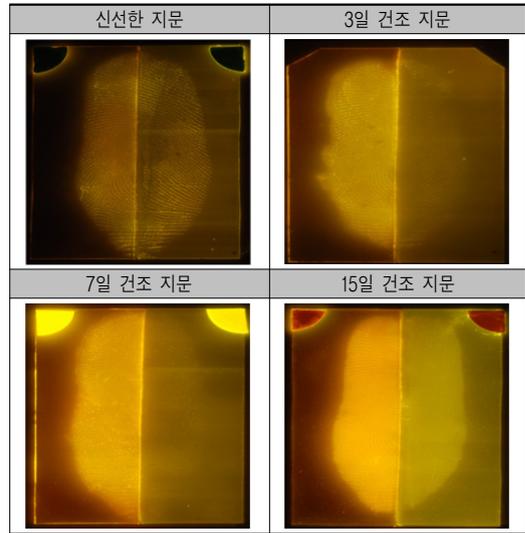


그림 3. PS에 유류된 잠재지문 현출 결과

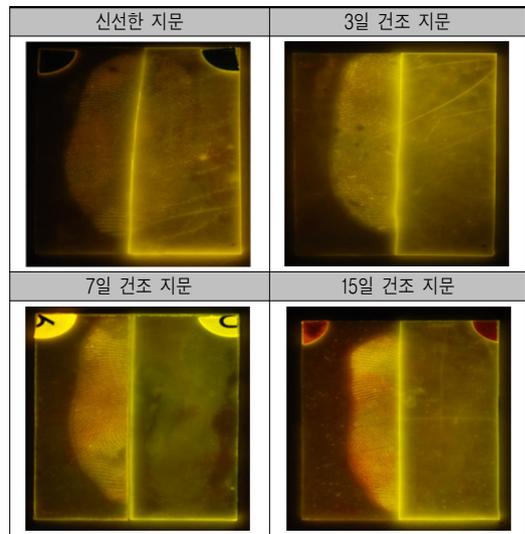


그림 4. Acrylic 판에 유류된 잠재지문 현출 결과

2. 비닐에 유류된 잠재지문 현출 결과

2.1 PP에 유류된 잠재지문 현출 결과

유기용매 기반 Rhodamine 6G를 처리한 오른쪽 지문을 보면 왼쪽의 수용성 기반 Rhodamine 6G를 처리한 지문 용선에 비해 그 밝기나 선명도가 낮아 현출이 덜 되었다고 생각할 수 있다. 물론 수용성 Rhodamine 6G를 처리했을 때만큼 지문의 모든 용선이 또렷하게 현출되지는 않았지만 건조과정을 거친 검체를 모두 포함하여 적어도 1/3 이상의 용선을 관찰할 수 있었다.

앞서 배경 염색이 심하고 얼룩이 심했던 플라스틱판과 달리 비닐인 Polypropylene은 유기용매 기반 Rhodamine 6G를 적용하기 위해 담글 시 동그랗게 말리는 현상이 관찰되었다. 말리는 방향은 무작위적으로 진행되었으며 이러한 과정이나 추후 말린 Polypropylene을 펼치는 과정에서 지문이 일부 손상될 수 있으므로 주의가 요한다. 수용성 기반 Rhodamine 6G와 유기용매 기반 Rhodamine 6G를 처리한 양쪽 모두 건조 기간이 길어질수록 먼지를 포함한 점상의 배경 염색으로 인해 지문 용선을 관찰하는 데 있어 방해요인이 증가하였다. Polypropylene위의 잠재지문을 현출하는데 있어 수용성 기반 Rhodamine 6G를 이용하면 더욱 선명한 용선을 관찰할 수 있으며 용매 기반에 따른 배경 염색 정도는 크게 차이가 나지는 않았다.

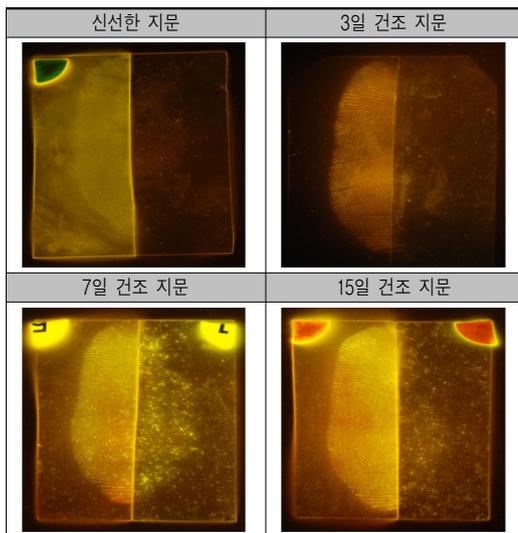


그림 5. PP에 유류된 잠재지문 현출 결과

2.2 LDPE에 유류된 잠재지문 현출 결과

Low-density polyethylene(LDPE)은 ethylene의 중합으로 생기는 고분자 화합물인 Polyethylene의 한 종류이다. LDPE 역시 에틸렌을 중합하여 제조하는 합성수지로서 상온에서 투명한 고체로 존재하며 0.91~0.94 정도의 밀도를 가진다.

지문 용선의 대조비에 일부 차이가 있긴 하지만 유기용매 기반 Rhodamine 6G를 처리했을 때와 수용성 기반의 Rhodamine 6G를 처리했을 때 모두 식별에 사용하기 충분한 정도의 지문이 현출되었다. 또한, 일부 배경 염색이 있긴 하지만 지문 용선을 관찰하는데 영향을 미치는 정도는 아니었고 검체의 색상이 투명하거나 밝은 색상이 아니라 연회색이라서 지문 용선과의 대조비가 더욱 좋았던 것으로 생각된다. LDPE에 유류한 지문을 현출하는데 있어 건조 기간, Rhodamine 6G의 용매 기반에 따른 지문 현출 정도의 관련성은 발견하지 못했다.

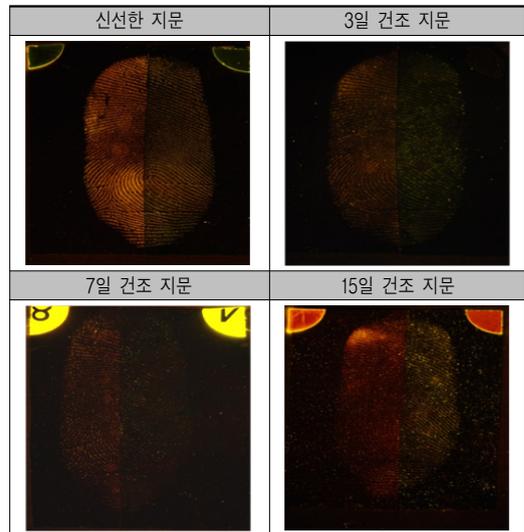


그림 6. LDPE에 유류된 잠재지문 현출 결과

2.3 HDPE에 유류된 잠재지문 현출 결과

High-density polyethylene(HDPE) 역시 LDPE와 마찬가지로 에틸렌을 중합하여 제조한다. 성상은 반투명 고체이고 밀도가 0.94 이상인 것들을 HDPE로 분류한다. 신선한 지문부터 3일, 7일, 15일 건조 과정을 거친 지문까지 모두 Rhodamine 6G의 용매 기반에 따른 차

이 없이 4점 수준의 지문 용선 디테일이 현출되었다. 수용성 기반 Rhodamine 6G를 처리했을 때보다 유기용매 기반 Rhodamine 6G를 처리했을 때 지문 용선 외의 검체 배경이 지지분하게 염색된 것을 관찰할 수 있었으나 지문 용선 식별에 영향을 미칠 정도는 아니었다. 비닐 중에서는 비교적 두께가 있고 강도가 우수한 검체라서 그런지 유기용매 기반 Rhodamine 6G를 처리할 때 검체가 동그랗게 말리거나 손상되는 현상도 관찰되지 않았다. HDPE에 유류한 지문을 현출한 결과 Rhodamine 6G 용매 기반에 따른 효과성의 차이는 발견할 수 없었다.

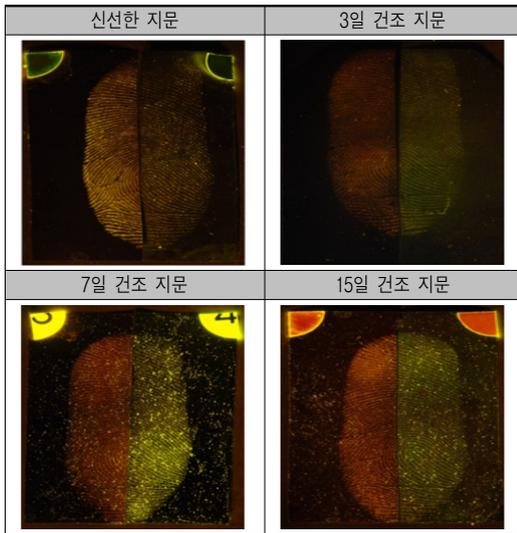


그림 7. HDPE에 유류된 잠재지문 현출 결과

IV. 결론

비다공성 검체에 가장 많이 사용되는 CA 혼증과 증강을 위한 염색 시약인 Rhodamine 6G를 이용하여 실험을 진행하였다. CA 혼증 시 챔버 내의 습도나 온도를 조절하면 적용 시간이 단축되는 등의 장점이 있지만 과혼증의 위험성도 존재하므로 본 실험에서는 상온에서 일반 플라스틱 챔버를 이용하여 CA 혼증을 진행하였다.

건조 기간이나 검체의 특성에 따른 지문 증강 정도의 차이가 존재하긴 했지만 일곱 종류의 검체 모두 수용성 Rhodamine 6G가 유기용매 기반 Rhodamine 6G보다 효

과적으로 지문을 증강시킬 수 있음을 확인할 수 있었다.

배경 염색 방면에서 보면, 특히 플라스틱 검체에 적용할 경우 수용성 Rhosamine 6G를 이용하는 것이 검체의 배경 염색이 덜 되어 증강된 지문을 관찰하는데 영향을 주지 않음을 확인하였다.

V. 고찰

실험 과정에서 지문을 유류한 검체들을 실내에 위치시켜 건조를 진행하였는데 실제 범행이 일어나는 현장은 실내에 국한되는 것이 아니다. 도로 한복판에서도 사건은 발생할 수 있고 심지어 범행 후 증거물을 수증 환경에 유기했을 경우 과학수사요원에 의해 수집되기 전까지 물과 맞닿은 환경에서 방치되는 것이다. 이처럼 증거물이 유류된 환경은 다양한데, 실제로 실내에서 며칠간 방치되어있던 지문이 유류된 검체를 현장에서 수집했다 하더라도 증거물이 위치했던 공간의 온도, 습도, 공기 중의 먼지 양 등이 같은 현상은 없을 것이다. 실험을 진행하면서 대부분의 검체가 수용성 기반의 Rhodamine 6G를 처리했을 때 유기용매 기반의 Rhodamine 6G를 처리했을 때보다 지문 용선의 디테일도 좋고 배경 염색 정도도 덜하긴 했지만, 실제 증거물이 위치했던 장소의 환경이나 조건에 따라 단 하루 전에 유류되었던 지문이라도 현출이 안 될 수 있다. 이것이 본 연구의 가장 큰 한계라고 말할 수 있다.

또 하나의 한계점으로는 실제 증거물의 표면 특성을 확실히 알 수 없다는 것이다. 본 실험에서 사용한 검체들은 투명하거나 반투명 또는 백색, 연회색, 진한 회색이었으며 매끄러운 비다공성 표면에 해당하는 것들이었다. 실제로 우리 주변에 존재하는 모든 물건이 증거물이 될 수 있는데 이들은 매우 다양한 소재, 색상, 재질의 표면들로 이루어져 있다. 이러한 표면 특성에 의해서 같은 제품으로 CA 혼증을 하고 이후 증강을 위해 동일한 Rhodamine 6G를 처리하더라도 지문 현출 결과가 다르게 나타날 수 있다. 따라서 유류된 지문이 건조되는 다양한 환경과 표면의 재질, 색상별로 추가적인 연구가 필요할 것으로 보인다.

참고 문헌

- [1] 황지태, *한국사회의 범죄증가추세에 대한 비판적 연구*, 고려대학교 대학원, 박사학위 논문, 2009.
- [2] 최응렬, “절도범죄의 동향과 수사기법,” 수사연구, 제7월호, p.47, 2007.
- [3] 조형우, 고현서, 한상균, 유제설, “법광원을 이용한 복잡한 배경의 잠재지문 시각화 및 증강에 관한 연구,” 한국콘텐츠학회논문지, 제16권, 제3호, 2016.
- [4] 남궁주영, 배경희, 유제설, 장윤식, “감열지에 남겨진 잠재지문 현출을 위한 1,2-Indanedione 시약,” 한국콘텐츠학회논문지, 제14권, 제11호, 2014.
- [5] 김청, 조형우, 고현서, 유제설, “특수 종이 표면에서 ninhydrin 계약 시약의 적용 및 효과성 비교에 관한 연구,” 한국콘텐츠학회논문지, 제16권, 제9호, 2016.
- [6] 홍성욱, *과학수사에 숨어있는 미세증거물*, 수사연구사, 2010.
- [7] H. H. Eric, O. R. Laurie, and H. L. John, *The Fingerprint sourcebook*, NIJ, 2004.
- [8] 김우중, 이훈제, 정진성, “복잡한 배경무늬에서 CA 훈증법을 활용한 잠재지문 현출에 대한 연구,” 한국경찰연구, 제12권, 제2호, pp.23-38, 2013.
- [9] 김해술, *잠재지문의 재수화에 따른 CA훈증 효과성 비교*, 순천향대학교 법과대학원, 석사학위 논문, 2015.
- [10] M. Stoilovic, C. Lenard, 김덕후 역, *지문검출과 증강, 6th edition*, 알트라이트, 2012.
- [11] 최은주, *과일과 채소에서의 잠재지문 현출 연구*, 순천향대학교 법과대학원, 석사학위 논문, 2015.
- [12] S. M. Bleay, V. G. Sears, H. L. Bandey, A. P. Gibson, V. J. Bowman, R. Downham, L. Fitzgerald, T. Ciuksza, J. Ramadani, and C. Selway, *Fingerprint Source Book*, Home Office, 2012.
- [13] S. Settembre, *Using the Cyanoacrylate or Super Glue Fuming Method to Develop Latent Palm and Fingerprints*, Center of Excellence for Document Analysis and Recognition, 2007.
- [14] 강희진, 김도우, 김만기, “Cyano-acrylate Fuming을 이용한 잠재지문 현출향상에 관한 연구,” Korean Journal of Scientific Criminal Investigation, 제3권, 제2호, pp.130-136, 2009.
- [15] 서울지방경찰청, *잠재지문 현출기법 연구*, pp.61-80, 2002.
- [16] 신강일, *Vacuum Cyanoacrylate fuming법으로의 잠재지문 현출에 대한 연구*, 충남대학교 평화안보대학원, 석사학위 논문, 2012.
- [17] S. R. Robert, *Lee and Gaenssler's ADVANCES IN FINGERPRINT TECHNOLOGY (3rd Ed.)*, CRCPress, 2013.
- [18] M. Stoilovic, C. Lenard, 김덕후 역, *지문검출과 증강, 6th edition*, 알트라이트, pp.2-28, pp.61-67, 2012.
- [19] M. Stoilovic, C. Lenard, *NCFS Fingerprint Detection & Enhancement*, p.98, 2011.
- [20] C. Champod, C. Lennard, P. Margot, and M. Stolovic, *Fingerprints and Other Ridge Skin Impressions*, CRC press, 2004.

저자 소개

심예라(Yea-Ra Shim)

정회원



- 2015년 2월 : 강릉원주대학교 해양분자생명공학과(이학사)
- 2017년 2월 : 순천향대학교 법과대학원 법과학과 법과학전공 (법과학 석사)

<관심분야> : 지문, 법과학, 법광원

유 제 설(Je-Seol Yu)

정회원



- 1998년 :경찰대학 법학과(법학사)
- 2015년 : 경기대학교 범죄학과(범죄학 박사)
- 2009년 ~ 2011년 : 국립경찰대학 경찰학과 교수
- 2012년 1월 ~ 현재 : 순천향대학교 법과학대학원 교수
<관심분야> : 지문, 법과학, 법사진학