

특수 종이 표면에서 ninhydrin 계열 시약의 적용 및 효과성 비교에 관한 연구

A Study on Application and Comparison of Effectiveness of Ninhydrin Reagents on Special Paper Surfaces

김칭, 조형우, 고현서, 유제설
순천향대학교 법과대학원

Chung Kim(1006kc@naver.com), Hyeong-Woo Cho(iamstunning@naver.com),
Hyun-Seo Koh(khs_9152@nate.com), Je-Seol Yu(haplf@naver.com)

요약

해외의 연구들에 의하여 몇 가지 종이류에서는 ninhydrin 및 유사체 시약들의 잠재지문 현출 효과가 좋지 않다고 알려져 있는 바, 본 연구에서는 우리나라에서 사용되는 특수지에 대해 우리나라 실험 조건에서의 ninhydrin 계열 시약들의 효과는 어떤지 알아보았다. 이전 연구들을 토대로 6종의 종이류를 선택하였으며, 이들 종이류에 남겨진 잠재지문을 ninhydrin 계열 시약들의 4가지 기법을 적용하여 현출한 뒤 비교하였다. 실험 결과, 6종의 종이류 중에서 신문지가 실험에서 사용된 잠재지문 현출 기법들의 효과가 가장 떨어지는 표면이었으며 시약 중에서는 '1,2-IND/Zn'가 전체 표면에서 가장 높은 대조비의 지문을 현출해 내어 가장 뛰어난 시약으로 나타났다. 실험 결과를 토대로 우리나라 현장에서 발견된 특수지의 경우에 잠재지문 현출 시약으로 '1,2-IND/Zn'를 우선적으로 사용하는 것이 좋다고 판단할 수 있었다.

■ 중심어 : | 특수지 | Ninhydrin | 1,2-IND/Zn | DFO | 지문 |

Abstract

Some previous studies had proven that ninhydrin or its analogues are not effective in developing fingermarks on some types of paper. This study has evaluated the efficiency of four reagents for detecting latent fingermarks on six unusual paper surfaces. Among the six types of paper surfaces, none of the reagents worked on the newspaper. The 1,2-IND/Zn developed fingermarks on most of the surfaces tested.

■ keyword : | Special Paper | Ninhydrin | 1,2-IND/Zn | DFO | Fingerprint |

I. 서론

1910년 영국의 화학자 Siegfried Ruhemann에 의해서 발표된 ninhydrin의 합성은 100여년이 지난 지금까지도 많은 국가의 수사기관에서 사용되고 있고 종이류 잠재지문 현출 분야에서 없어서는 안 될 시약으로 인식되고

있다[1]. Ninhydrin은 아미노산과 반응하여 보라색의 물질을 생산하는 시약으로, 처음에는 크로마토그래피(chromatography) 기법에 적용하여 아미노산 검출이나 아미노산 성분의 정량에 사용되다가[2] 최초 합성된 후 50년이 지난 1954년 지문을 현출하는 시약으로 사용될 수 있다는 가능성이 제기[3]된 이후 지문 현출 시약으

* 본 연구는 순천향대학교 학술연구비 지원으로 수행하였음.

접수일자 : 2016년 05월 30일

수정일자 : 2016년 07월 12일

심사완료일 : 2016년 07월 12일

교신저자 : 유제설, e-mail : haplf@naver.com

로써 널리 사용되기 시작하였다. 종이류에 남아있는 지문들은 eccrine 분비물의 주요성분인 아미노산을 포함하고 있는데 ninhydrin은 이 아미노산과 반응하여 보라색의 지문을 현출한다[그림 1]. 종이류에 남아있는 지문들은 eccrine 분비물의 주요성분인 아미노산을 포함하고 있는데 ninhydrin은 이 아미노산과 반응하여 보라색의 지문을 현출한다. Ninhydrin은 지문 구성 물질과 반응하여 보라색의 지문을 보여주기 때문에 배경이 어둡거나 복잡한 색을 가진 종이류에서는 지문을 시각화하는 것이 매우 어렵다. 이러한 ninhydrin의 단점을 보완하기 위한 연구가 오랫동안 계속되어 왔는데 그 결과물로 새롭게 나온 것이 1,8-Diazafluoren-9-One(DFO)와 1,2-indanedione(1,2-IND)이다. DFO와 1,2-IND는 각각 아미노산과 반응하여 형광 반응을 하는 ninhydrin 유사체이다. DFO는 1989년 미국 Florida에서 있었던 국제감식협회(International Association for Identification) 학술대회에서 처음 소개되었다[1]. 이후 형광성을 가진 ninhydrin 유사체들은 계속 연구되었고 미국 Pennsylvania 대학의 Madeleine Joulie 교수의 연구팀이 1996년에 1,2-IND의 합성을 발표하였다[1]. Ninhydrin과 DFO, 1,2-IND는 지문에 민감하게 반응하는 뛰어난 반응성과 사용의 편리성 등을 인정받아 현재 과학수사에서 가장 많이 사용되는 시약들이 되었다.

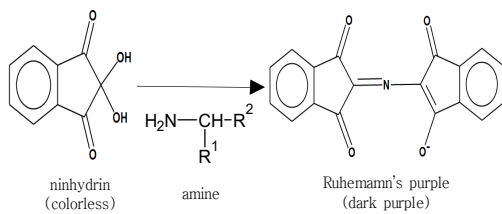


그림 1. ninhydrin과 1,2차 amine의 화학반응 [12]

Ninhydrin과 유사체들이 갖는 또 하나의 단점이 있다. 일부 종이류에서는 그 효과가 매우 약하다는 것인데 특히 신문지, 크라프트(kraft)지 등이 그것이다. 이러한 연구와 관련하여 먼저 Lennard 외 (1986,1988)의 연구를 보면 ninhydrin이 갈색종이의 색상 때문에 지문과의 대조비가 떨어져서 좋지 못하고 멜라민으로 코팅된

지폐에서는 배경과 시약이 반응성이 커서 대조비가 낮아진다고 하였다. 또한 마닐라(manilla) 종이, 노란색 봉투 종이, 판지(cardboard) 등은 자체 형광을 나타내기 때문에 ninhydrin-금속염 후처리 후 액화질소를 처리하여 형광으로 지문을 관찰하는 것을 어렵게 한다고 하였다[4][5]. 재생지, 판지, 수표, 카드, 갈색종이봉투, 신문지, 3종류의 노트를 이용하여 ninhydrin과 DFO의 효과성을 비교한 Pounds (1990)의 연구에서는 전체적으로 DFO가 형광 염료가 포함되어 있는 지폐나 수표 등에서 배경의 형광 간섭으로 인해 대조비가 떨어진다고 언급되어 있다[6]. Milutin (1993)의 연구는 노란색 종이봉투, 흰색 본드 종이(증권용지), 신문지, 다양한 종류의 판지, 필터페이퍼(whatman No.541)를 이용하여 ninhydrin과 DFO의 효과성을 비교하였다. 그 결과 신문지나 판지, 노란색 종이봉투에서는 ninhydrin-금속염 후처리 후 액화질소를 처리했을 때 배경 형광이 증가하는 것을 확인하였다. 재생지의 경우 배경 형광이 매우 심해서 DFO로는 지문을 관찰할 수 없었고 ninhydrin은 금속염 후처리 없이 ninhydrin으로 염색했을 경우에만 좋은 결과를 나타냈다[7]. Sarah·Dudley (2003)는 은행 수표, 흰색 서류봉투, 갈색 서류봉투, 일반복사용지, 신문지, 영수증, 열차표 등을 이용하여 DFO와 1,2-IND의 효과성을 비교실험 하였는데, 이 중에서 신문지와 영수증, 열차표에서 두 시약으로 현출된 지문의 개수가 다른 표면들에 비해 매우 적었고, 갈색 서류봉투에서는 앞의 세 표면들에서보다 많았지만 나머지 표면들에 비해 적었다[8]. Christie 외(2006)의 연구를 보면 일반 복사용지, 재생지, 줄 노트, 신문지, 흰색 종이, 노란색 종이, 형광 종이, 벽지, 원목, 갈색 종이, 탄소 종이, 감열지 등에 대한 1,2-IND의 최적 조성과 처리 방법을 나타냈다. 이 연구에서는 벽지, 원목, 감열지, 녹색 또는 노란색 형광 종이 등에서 성공적으로 지문을 현출했지만 갈색 종이나 탄소 종이, 분홍색 형광 종이에서는 효과가 떨어진다고 하였다[9]. Fish 외(2013)가 저술한 책에서는 1,2-IND가 신문지, 재생지에서 효과가 떨어지므로 그러한 종류의 표면에서 잠재지문 현출을 위해 1,2-IND처리를 하는 것은 신중하게 고려할 것을 권장하였다[10]. 국내에서는 김혜솔 외(2013)의 연구에서 한

국 지폐에 다양한 잠재지문 현출법을 적용하고 효과를 비교하였는데, DFO와 1,2-IND는 지폐에 고루 퍼져있는 형광 은사와 여러 배경무늬에 간섭을 받아 현출 효과가 좋지 않았다[11].

종이는 용도에 따라서 사용하는 색상과 재질이 다양하고 같은 용도라고 하더라도 공정 방법에 따라서 성분이 달라질 수 있다. 또한 동일한 종이라고 하더라도 지역별로 다른 기후조건에 의해 지문 현출 시약의 효과가 다르게 나타나는 경우가 적지 않게 보고된 바 있다 [9][13]. 우리나라에서 사용되는 종이의 성질도 역시 외국에서 연구된 것과 동일한 것이라고 볼 수 없기 때문에 우리나라에서 사용되는 특수지에 대해 우리나라 실험 조건에서의 시약들의 효과는 어떤지 알아볼 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 이전의 연구들을 토대로 ninhydrin이나 일부 ninhydrin 유사체 시약들의 효과가 좋지 않다고 알려진 6종류의 특수지를 선택하여 우리나라에서 구할 수 있는 해당 특수지에서의 ninhydrin, DFO, 1,2-IND 시약의 잠재지문 현출 효과를 알아보려고 하였다.

표 1. Ninhydrin 및 유사체 시약별 효과가 좋지 않은 특수지에 대한 선행연구 내용 정리

연구자	시약별 효과가 좋지 않은 특수지			
	ninhydrin	ninhydrin → ZnCl ₂ 후처리	DFO	1,2-IND
Lennard 외 (1986, 1988)	갈색종이, 멜라민 코팅 지폐	마닐라 종이, 노란색 종이봉투, 판지(특히 좋지 않음)	.	.
Pounds (1990)	.	.	형광염료가 포함된 지폐, 수표	.
Milutin (1993)	.	신문지, 판지, 노란색 종이봉투	재생지	.
Sarah·Dudley (2003)	.	.	신문지, 영수증, 열차표	
Christie 외 (2006)	.	.	.	갈색 종이, 탄소 종이, 분홍색 형광 종이
Fish 외 (2013)	.	.	.	신문지, 재생지
김혜솔 외 (2013)	.	.	한국 지폐	

II. 재료 및 방법

1. 검체 선정

종이 표면에 따른 잠재지문 현출 기법의 효과성을 비교하기 위해 선행연구를 바탕으로 일상생활에서 자주 사용되는 종이 중에서 총 7종을 선택하였다. 일반 복사 용지(백색), 갱지(시험지), 크라프트지, 갈색 재생 용지, 신문지, 골판지 박스 겉면, 골판지 박스 안쪽 면을 사용하였으며 이 중에서 일반 복사용지는 대조 검체로 사용되었다.

2. 지문 유류

각각의 종이는 약 4 cm x 4 cm의 크기로 잘라서 사용하였다. 사용된 지문은 만 26세 남성의 우수엄지 지문으로, 유류하기 전에 70 % 에탄올로 소독하고 코와 이마부분을 가볍게 문지른 뒤 유류(charged fingermarks) 하였다. 3차까지 순차적으로(depletion series) 지문을 유류하였고, 한 표면 당 3번씩 반복 실험하였다. 각 기법의 효과성을 직접 비교하기 위해 지문을 유류한 후 지문의 core 부분을 중심으로 종이를 4 등분하여 4 종류의 기법을 각각 적용하였다.

3. 시약 적용 및 관찰 방법

본 연구에서는 1,2-IND 와 염화아연을 혼합한 용액인 1,2-IND/Zn와 DFO, ninhydrin, ‘ninhydrin → ZnCl₂ 후처리’ 등 총 4종류의 기법을 적용하였다.

‘ninhydrin → ZnCl₂ 후처리’ 기법을 적용하여 현출한 지문의 경우, ZnCl₂ 후처리는 ninhydrin 현출문과 비교하였을 때 색상의 변화만 있을 뿐, 현출 수준이 동일하고 액화질소를 사용한 형광모드 관찰 과정에서 중간 단계이기 때문에 흡광모드 관찰은 생략하고 액화질소를 사용한 형광모드 관찰만을 실시하였다.

1,2-IND 시약은 1,2-IND/Zn 조성의 용액제조 세트(BVDA, Cat No. B-78160), DFO시약은 석유에테르 기반의 DFO 용액제조 세트 (BVDA, Cat No. B-799000), ninhydrin은 석유에테르 기반의 용액 (BVDA, Cat No. B-794000)을 사용하였다. ZnCl₂ 용액은 ethyl alcohol 100 ml에 염화아연 0.4g을 용해시켜 제조하였다.

일반 다리미를 사용하여 검체들에 열처리를 실시하였으며, 현출문의 관찰을 위해 Polilight-Flare plus 2 백색광 (Rofin, Cat No. FL2.1447)과 505 nm (Rofin, Cat No. FL2.1444), dark orange 차폐필터 (ALTLIGHT, Cat No. AS1306BFO)를 이용하였다. 모든 현출문에 대한 촬영에는 Nikon D80 카메라와 AF-S Micro Nikkor 105mm 1:2.8G ED 접사렌즈가 이용되었다.

시약 적용 방법 및 관찰 조건은 모두 Home Office Center for Applied Science Technology (CAST)의 'Fingerprint source book (2012)' 에서 제시된 방법을 참고하였다. 자세한 사항은 아래 [표 2]와 같다. [표 2]에 제시된 시약 담금 횟수를 보면 DFO 시약만 1회 담금을 실시하고 나머지 시약들은 2회씩 담금 처리를 하였다. 이와 같은 시약 처리 방법의 차이를 둔 이유는 다른 시약들과는 달리 DFO 시약의 경우 1회 담금 처리와 2회 담금 처리가 현출물의 염색 정도나 형광 세기에 있어 차이가 없고 오히려 담금 횟수가 증가하면 배경염색이 증가하여 지문관찰을 방해할 수 있다고 언급되었기 때문이다[2].

표 2. 잠재지문 현출 시약의 적용 방법 및 현출문의 관찰 조건

잠재지문 현출 시약	시약 담금 횟수	시약 적용 후 검체 가열 온도	액화 질소 처리	들뜸 광원	차폐 필터
1,2-IND/Zn	2회	160℃	X	505nm	Orange
DFO	1회	180℃			
ninhydrin → ZnCl ₂ 후처리	2회	160℃	O		
ninhydrin	2회	160℃	X		

III. 결과 및 고찰

대조 검체인 일반 복사용지를 포함한 7종류의 다양한 종이에 4가지 기법을 적용하여 지문을 현출한 결과는 다음과 같다. 본 연구는 시약의 효과가 좋은 종이를 선

별해내는 것이 아니고 종이 표면 각각에서 4 가지 기법들이 어떻게 지문을 현출하는지에 관한 것이기 때문에 종이 표면별 결과를 비교함과 동시에 각각의 종이에서 4 가지 기법들이 어떻게 효과를 나타냈는지를 우선적으로 확인하였다.

대조 검체로 사용한 일반 복사용지에서는 1,2-IND/Zn가 가장 뛰어난 반응을 보였고 DFO와 'ninhydrin → ZnCl₂ 후처리'가 그 뒤를 이었다. 그리고 ninhydrin의 반응이 가장 약한 것으로 나타났다[그림 3]. 일부 논문들에서 1,2-IND/Zn 등의 효과가 떨어진다고 밝혔던 신문지의 경우에 적용한 시약들이 전체적으로 다른 종이에서보다 효과가 떨어지는 것으로 관찰되었는데, 1,2-IND/Zn가 가장 좋은 결과물을 보였고 나머지 시약들에서는 식별 가능한 지문을 볼 수 없을 정도로 반응이 좋지 않음을 알 수 있었다[그림 4]. 갱지의 경우에는 다른 종이류에서와는 달리 심한 용선 변질이 나타났다. 1,2-IND/Zn의 형광반응이 가장 강했고 DFO와 ninhydrin의 반응이 뒤를 이었다. 그러나 'ninhydrin → ZnCl₂ 후처리' 방법에서 액화질소로 만들어낸 ninhydrin 형광은 매우 약했고 용선을 식별하기 어려웠다[그림 4]. 이전 연구에서는 일부 시약들의 효과성이 떨어지는 것으로 언급되었던 크라프트지와 갈색 재생 종이, 골판지 등에서 1,2-IND/Zn가 매우 좋은 결과를 보였다[그림 6-그림 9]. 나머지 시약들에 대해서는 DFO가 ninhydrin보다는 조금 강하게 반응하였고, 크라프트지를 제외하고 ninhydrin과 'ninhydrin → ZnCl₂ 후처리' 방법은 이들 특수지에서 거의 효과가 없었다. 특이적으로 골판지 박스 표면의 경우 전체 시약의 효과가 박스 길면보다 안쪽 면에서 더 뛰어난 것을 관찰할 수 있었다.

일부 연구들에서 1,2-IND/Zn의 단점으로 몇 종류의 특수지에 대한 약한 반응성 또는 DFO와 비슷한 수준의 반응성을 제시한 바 있지만 이번 연구를 통해서 아미노산 반응 시약들에서는 1,2-IND/Zn가 모든 종이에서 가장 뛰어난 반응성을 가진다는 사실을 확인할 수 있었다.

본 연구에서는 특수종이 표면에 유류된 잠재지문을 현출하기 위해 ninhydrin계열의 시약을 적용해보고 시

약에 따른 효과성의 차이를 확인하였다. 선행연구를 보면 종이마다의 색상, 재질, 성분, 형광 특성, 종지와 시약의 반응성, 지역의 기후조건 등 다양한 요인들의 영향으로 ninhydrin계열 시약의 잠재지문 현출 효과가 종이마다 다를 수 있다고 하였다[2-9]. 본 연구의 결과를

보면 동일한 특수지에 대해 시약마다 잠재지문 현출 효과의 차이가 발생했기 때문에 여러 요인들 중에서 시약들과 특수지, 아미노산 성분들과의 반응성이 영향을 미칠 가능성이 가장 높다고 판단되었다.

DFO	1,2-IND/Zn
ninhydrin	ninhydrin → ZnCl ₂ 후처리

그림 2. 적용한 시약의 위치

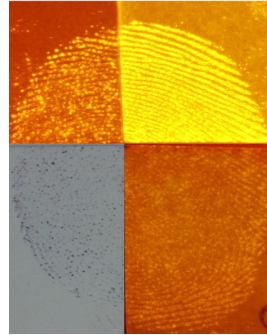


그림 3.
일반 복사용지(대조군)

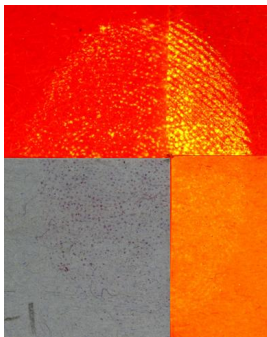


그림 4. 신문지

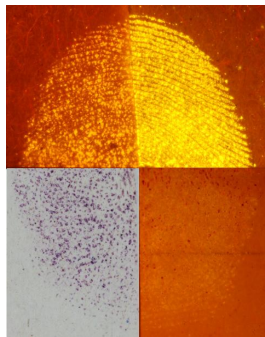


그림 5. 갱지

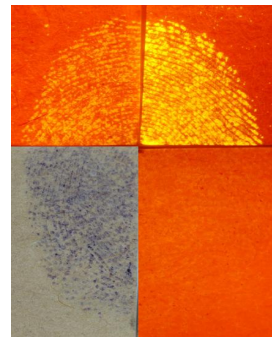


그림 6. 크라프트지

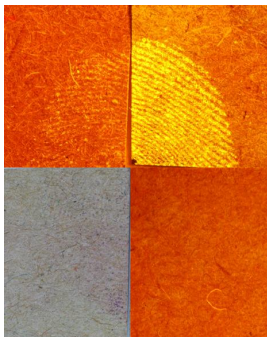


그림 7. 갈색 재생종이

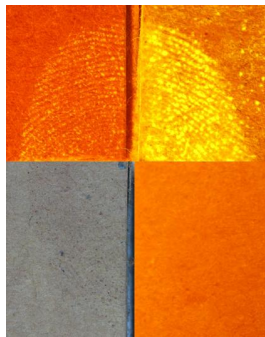


그림 8. 골판지 박스 겉 면

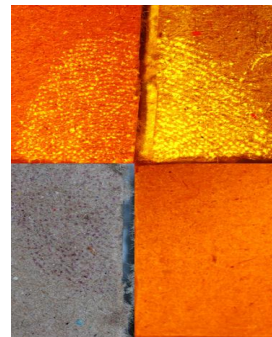


그림 9. 골판지 박스 안 면

IV. 결론

본 연구를 통해서 우리나라 현장에서 발견된 특수지에서 잠재지문을 현출하기 위해 ninhydrin 유사체 시약을 적용함에 있어 시약 선택에 도움이 될 수 있는 결과를 얻을 수 있었고 특히 1,2-IND/Zn 의 뛰어난 효과성이 눈에 띄었다. 1,2-IND/Zn 는 실험에서 사용된 모든 종이류 표면에서 월등한 효과를 나타냈으며 DFO와 ninhydrin의 효과는 좋지 않았다. 특수지에서 'ninhydrin → ZnCl₂ 후처리' 방법을 적용하여 ninhydrin 처리 지문을 형광모드로 처리한 결과는 흡광모드 처리 결과를 증강시키지 못했으며 오히려 증강 효과가 떨어지는 것으로 나타났다. 따라서 우리나라의 사건 현장에서 발견된 특수지 증거물이 본 연구에 사용된 것과 같은 것이라면 잠재지문을 현출하기 위해서는 1,2-IND/Zn를 우선적으로 사용하는 것이 적절한 것으로 판단할 수 있었다.

실험의 규모 상 본 실험에서 더 다양한 제조사와 색상의 종이류 표면에 대한 실험을 하지 못했던 것이 아쉬움으로 남는다. 일반적으로 사용되고 있는 종이의 종류가 매우 많은 만큼 현장에 존재할 수 있는 여러 종류의 특수 종이류에 대한 적절한 처리법을 구축하기 위해서는 앞으로 더욱 다양한 종류의 지류에서의 ninhydrin 유사체 시약들의 효과에 대해 더 많은 연구가 이루어지기를 기대한다.

참 고 문 헌

- [1] R. S. Ramotowski, *Lee and Gaensslen's Advances in Fingerprint Technology*, 3rdedition, CRC Press, Florida, pp.17-35, 2013.
- [2] 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, London, pp.82-134, pp.378-391, 2012.
- [3] Odén, Svante, "Detection of Fingerprints by the Ninhydrin Reaction," *Nature*, Vol.173, pp.449-450, 1954.
- [4] C. J. Lennard, P. A. Margot, M. Stoilovic, and R. N. Warrenner, "Synthesis and evaluation of ninhydrin analogues as reagents for the development of latent fingerprints on paper surfaces," *Journal of the Forensic Science Society*, Vol.28, No.1, pp.3-23, 1988.
- [5] C. J. Lennard, P. A. Margot, M. Stoilovic, and R. N. Warrenner, "Synthesis of ninhydrin analogues and their application to fingerprint development: preliminary results," *Journal of the Forensic Science Society*, Vol.26, No.5, pp.323-328, 1986.
- [6] C. A. Pounds, G. Ronald, and T. Mongkolaussavaratana, "The use of 1, 8-diazafluoren-9-one(DFO) for the fluorescent detection of latent fingerprints on paper. A preliminary evaluation," *Journal of Forensic Sciences*, Vol.35, No.1, pp.169-175, 1990.
- [7] M. Stoilovic, "Improved method for DFO development of latent fingerprints," *Forensic Science International*, Vol.60, No.3, pp.141-153, 1993.
- [8] S. J. Gardner and F. H. Dudley, "Optimization and initial evaluation of 1, 2-indandione as a reagent for fingerprint detection," *Journal of Forensic Sciences*, Vol.48, No.6, pp.1288-1292, 2003.
- [9] C. Wallace-Kunkel, C. J. Lennard, M. Stoilovic, and C. Roux, "Optimisation and evaluation of 1, 2-indanedione for use as a fingermark reagent and its application to real samples," *Forensic Science International*, Vol.168, No.1, pp.14-26, 2007.
- [10] J. T. Fish, L. S. Miller, M. C. Braswell, and E. W. Wallace Jr, *Crime Scene Investigation*, 3rdedition, Routledge, Abingdon, p.102, 2013.
- [11] 김해솔, 손다솜, "일반논문: 한국 지폐에서의 잠

재지문 현출실험," 경찰연구논집, Vol.11, 단일호, pp.21-38, 2013.

[12] C. Champod, C. J. Lennard, P. A. Margot, and M. Stoilovic, *Fingerprints and Other Ridge Skin Impressions*, CRC Press, Florida, p.124, 2004.

[13] 노승찬, 최미정, 김만기, 이오택, 박성우, "화학반응을 이용한 일반 프린트용지의 잠재지문 현출에 관한 연구," 한국분석과학회, 제20권, 제2호, pp.155-163, 2007.

저자소개

김 청(Chung Kim)

준회원



- 2014년 2월 : 가톨릭대학교 화학(이학사)
- 2016년 8월 : 순천향대학교 법과학대학원 법과학(석사)

<관심분야> : 지문, 현장감식, 법과학

조 형 우(Hyeong-Woo Cho)

준회원

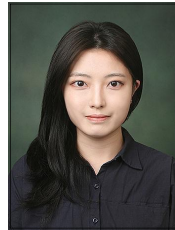


- 2014년 2월 : 순천향대학교 생명공학(이학사)
- 2016년 8월 : 순천향대학교 법과학대학원 법과학(석사)

<관심분야> : 지문, 현장감식, 법과학

고 현 서(Hyun-Seo Koh)

준회원



- 2014년 2월 : 가천의과학대학교 약과학(이학사)
- 2016년 8월 : 순천향대학교 법과학대학원 법과학(석사)

<관심분야> : 지문, 현장감식, 법과학

유 제 설(Je-Seol Yu)

정회원



- 1998년 : 경찰대학 법학(법학사)
- 2007년 : 경북대학교 법의학교실 수사과학대학원 과학수사전공(석사)
- 2015년 : 경기대학교 범죄학(박사)

▪ 2009년 ~ 2011년 : 국립경찰대학 경찰학과 교수
 ▪ 2012년 3월 ~ 현재 : 순천향대학교 법과학대학원 교수
 <관심분야> : 지문, 현장감식, 법과학