

# 아미노산 반응 시약을 이용한 의복 안쪽에서의 족적 현출

## Enhancement of Footwear Impressions on Inner Clothes by Amino Acid Staining Reagents

기진영, 김다은, 김청, 신은영, 유제설  
순천향대학교 법과학대학원

Jin-Young Ki(jinyoung1220@naver.com), Da-Eun Kim(skdmlehdqkd@naver.com),  
Chung Kim(1006kc@naver.com), Eun-Young Shin(forever\_seh@naver.com),  
Je-Seol Yu(haplf@naver.com)

### 요약

발로 사람을 가격하는 행위로 인하여 의복과 사람의 피부 사이에 접촉이 발생하는데, 이 때 피부의 다양한 물질들이 의복 안쪽으로 전이가 일어난다. 본 연구를 통해서, 전이된 물질로 인해서 생겨난 족적을 아미노산 반응 시약인 1,2-IND/Zn, DFO, ninhydrin을 이용하여 현출하고자 하였다. 윤리적인 문제로 인해 사람의 피부와 유사한 돼지 피부를 사용하였으며, 사람 피부 표면과 유사한 조건을 만들기 위해 인공 땀을 적용하였다. 다양한 섬유에 아미노산 시약을 적용해 본 결과, ninhydrin은 밝은 색 표면의 섬유에서, 1,2-IND/Zn와 DFO는 모든 색의 표면에서 족적 현출 결과가 좋았으나 노란색과 빨간색 표면의 섬유에서는 배경과 족적의 대비가 낮았다. 천 종류에 따라서는 다소 차이를 보인다. 흰 색 면, 면/스판 혼방에서 가장 좋은 결과를 얻을 수 있었으나, 검은색 레이온과 면/스판 혼방에서는 자세한 형태의 족적은 확인이 어려웠다.

■ 중심어 : | 족적 | 아미노산 반응시약 | 섬유 | 인공땀 |

### Abstract

Kicking someone has clothes on causes direct contact between victim's clothes and skin. This contact makes material exchange from skin to inner clothes. In this study, foot impressions by transferred to cloths from skin would be enhanced by amino acid staining reagent (ninhydrin, 1,2-IND/Zn, DFO). In view of research ethics, we conducted this research with porcine skin instead of human's one. To mimic human's skin condition, applied artificial sweat on porcine skin. According to results, ninhydrin showed high contrast on light colored background and 1,2-IND/Zn, DFO showed high contrast on dark colored background. It showed different results up to kind of fabrics.

■ keyword : | Footwear Impressions | Amino Acid Staining | Fabric | Artificial Weat |

\* 본 연구는 순천향대학교 학술연구비 지원으로 수행되었습니다.

접수일자 : 2016년 10월 19일  
수정일자 : 2016년 11월 28일

심사완료일 : 2016년 11월 28일  
교신저자 : 유제설, e-mail : haplf@naver.com

## I. 서론

발로 가격 하는 것 (kicking) 은 단독적으로 발생하기 보다는 폭행의 일련의 사건 중 하나로 발생한다[1]. 피부를 직접 가격한 경우에는 찰과상이나 멍을 통해서 가격한 족적 (footwear impression) 의 형태를 유추할 수 있다[2]. 그러나 피부가 의복에 의해서 보호되고 있는 경우는 피부에 상처가 발생하는 메커니즘을 방해 받기 때문에, 족적의 형태가 상처로 남지 않아 확인하기 어려운 경우가 많다[1].

지금까지 피부와 맞닿아 있는 의복에서의 족적 현출에 대한 연구는 천 표면에 전이된 다양한 오염물질을 대상으로 이루어졌다. 최근 Kevin J. Farrugia는 밝은 색과 어두운 색의 다양한 소재의 천 표면에서 토양[3], 소변[4], 혈액[5]에 의해 남겨진 족적을 현출하기 위해 다양한 기법을 이용한 연구가 발표된 바 있다. 그러나 피부와 의복 사이에서 전이가 발생하는 물질에 대해서 체계적으로 연구되지는 않았다. 일부 사례 분석을 통해서 아미노산 반응 시약 1,8-diazafuoren-9-one (DFO) 와 ninhydrin을 이용하여 의복의 안쪽 면에서 분석 가능한 족적을 얻는데 성공한 바 있다[6].

Edmond Locard의 교환법칙 (exchange principle) 에 따르면 모든 접촉으로 인하여 물질의 전이가 일어나기 때문에[7], 섬유에 일부 성분은 피부로 이동하고 피부의 일부 성분은 섬유로의 이동이 발생한다[8]. 살아있는 사람의 피부는 다양한 변수를 가지고 있으며 형태적으로도 족적을 현출하는 장비를 활용하는데 어려움이 있다 [9]. Joanna Fraser(2013)는 cyanoacrylate (CA) 훈증, vacuum metal deposition (VMD)과 아미노산 반응 시약인 DFO와 ninhydrin 등을 이용하여 섬유에 유류된 지문의 현출을 시도하였다. CA 훈증과 VMD를 통해서 개인 식별이 가능한 용선을 얻었으며, 비교적 적용이 쉬운 아미노산 반응 시약을 이용하여 제한적이기는 하지만 접촉의 여부 확인이 가능함을 확인하는데 성공하였다. 의복 안 쪽 면에서 족적이 유류되는 경우는 지문을 유류시키는 과정보다 큰 힘이 가해지기 때문에, 더 많은 물질의 교환이 발생한다. Fraser의 연구에서 확인한 바와 같이, 개인 식별이 가능한 지문을 현출하는 것

에는 다소 어려움이 있으나 접촉이 있었음을 알 수 있었다[10].

의복 안 쪽에서 신발의 패턴이 확인되기 위해서는 살아있는 인체에 강한 압력이 가해져야 한다. 그러나 이러한 실험방법은 연구 윤리상 문제가 있기 때문에 인체를 대신할 수 있는 부패하지 않은 시체[11][12] 혹은 동물의 피부[13]를 활용한다. 시체를 쉽게 구할 수 없으므로, 비교적 구하기 쉬운 동물 중 주로 돼지를 인체를 대신하여 사용한다. 돼지는 포유류 중 피부의 탄성이 높고, 두꺼운 표피층의 구조적인 특징, 피부에 털이 많지 않은 점 등이 사람의 피부와 유사하기 때문에[14], 법과학 분야 뿐 아니라 의학 분야[15]에서도 사람의 피부를 대신하여 실험에 활용하고 있다. 다만 사람의 피부와 달리, 피하 조직에 두꺼운 지방층이 있고 피지분비선 (holocrine sebaceous glands)이 작으며 에크린 땀샘 (eccrine sweat glands)이 없기 때문에, 이 점을 보완할 필요성이 있다. 사람의 피부와 유사한 조건을 만들기 위하여 돼지 피부 표면의 기름을 제거하고[16], 인공땀을 적용하였다.

본 연구를 통해서, 다양한 종류와 색상의 섬유를 이용하여 보다 효과적으로 족적을 현출하는 방법을 확인하고자 하였다. 특히, 지문 현출을 위해서 자주 활용되는 아미노산 반응 시약을 이용하여, 외상이 남지 않더라도 의복 안 쪽에 남은 족적을 시각화 할 수 있음을 밝히고자 하였다.

## II. 실험재료 및 방법

### 1. 재료 및 시약

족적을 유류할 천은 내의로 쓰여 피부와 접촉이 일어나는 의복의 소재[17] 중 면/스판 혼방(cotton spandex), 레이온(rayon), 면(cotton)을 선정하였다. 선정된 천은 온라인에서 20수 면 100 % 흰색과 검정색, 빨간색, 파란색, 초록색, 노란색, 레이온 100 % 흰색과 검은색, 면/스판 혼방(면 60 %, 스판 6 %, 폴리에스테르 34 %) 흰색과 검은색을 구입하여 사용하였다[표 1].

표 1. 족적 유류에 사용된 천 종류

천	색상
면/스판 혼방 (면 60 %, 스판 6 %, 폴리에스테르 34 %)	흰색, 검정색
레이온 100 %	흰색, 검정색
20수 면 100 %	흰색, 검정색, 노란색, 초록색, 파란색, 빨간색

돼지 피부는 가공시간을 거쳐야 하기 때문에 가장 신선한 상태인 도축한 지 24시간 이전의 것을 실험 진행 전에 구매하여 사용하였고[16], 밀봉하여 냉장보관을 하였다. 의복에 족적을 일정한 힘으로 유류하기 위해 [18] 타격대를 직접 제작하였다[그림 1].



그림 1. 실험에 사용된 타격대

표 2. 인공땀 용액 제조 방법 (증류수 기반, 1리터 기준)

구성 성분	양(mg)	농도(mM)
Serine	490	9.3
Glycine	294	7.8
Alanine	147	3.3
Lysine	195	27
Threonine	73	1.2
Asparagin acid	73	1.1
Histidine	73	0.9
Valine	49	0.8
Leucine	49	0.7
Sodium chloride	3300	113
Magnesium chloride	4	0.4
Calcium chloride	16	1.4
Zinc chloride	2	0.14

돼지피부에 땀 처리를 하기 위하여 S. Hong., et al. (2015) 에서 제시된 것과 같이 제조한 인공 땀 용액을 사용하였다. 인공 땀 제조를 위해서 아미노산 L-Serine

(S2447, SAMCHUN, Korea), Glycine (G0286, SAMCHUN, Korea), DL-Alanine (A0306, SAMCHUN, Korea), L-Leucine (L0741, SAMCHUN, Korea), L-Threonine (T2938, SAMCHUN, Korea), L-Histidine (H0162, SAMCHUN, Korea), L-Valine (V0088, SAMCHUN, Korea), L-(+)-Asparagine Anhydrous (1121-4125, Daejung, Korea), L-Lysine (L5501-5G, Sigma-Aldrich, U.S.A) 과 무기염류인 sodium chloride (S0476, SAMCHUN, Korea), calcium chloride (C0102, SAMCHUN, Korea), magnesium chloride (M0038, SAMCHUN, Korea), zinc chloride anhydrous (1.93623.0500, Merck, Germany) 를 사용하였다. 아미노산과 무기염류의 사용량은 [표 2]와 같다[19]. 타격대는 길이 29.3cm, 직경 1.4 cm, 두께 1mm, 탄성계수 약 217kg/s<sup>2</sup>인 용수철을 이용하여 제작하였다. 족적을 유류하기 위한 신발은 230mm 캔버스화를 사용하였다.

족적 현출을 위해서 사용한 아미노산 반응 시약은 ninhydrin (B-794000, BVDA International, Netherlands), DFO (B-799000, BVDA International, Netherlands), 1,2-indandione/Zn (1,2-IND/Zn, B-78160, BVDA International, Netherlands) 이다. 시약 처리 후, 스팀다리미 (Empressa Digital Steam Press SSP-3208, Sienna, USA) 를 사용하여 열처리를 하였으며, 실험 결과를 기록하기 위해 Nikon D90 카메라 (Nikon, Japan) 와 AF-S NIKKOR 18-70 mm 1:3.5-4.5G ED (Nikon, Japan) 렌즈를 사용하였다. 형광을 확인하기 위하여 505 nm 광원 (Polilight Flare Plus, Rofin, Australila) 과 550 nm 롱 패스 필터 (long pass barrier filter) 를 사용하였다.

## 2. 실험 방법

### 2.1 실험 샘플 준비

천은 족적을 유류하기 전, 세탁기를 이용하여 표준 세탁 모드로 1회 세탁한다[20]. 족적을 남기기 위해 230 mm 캔버스화의 뒷굽 부분이 닿는 부분에 맞추어 천을 약 160 x 130mm 로 잘라서 준비하였다.

돼지피부는 족적을 유류하기 전에 냉장보관으로 인해서 남은 냉기, 오염물질과 기름기를 제거하기 위하여

물에 1시간 정도 담가두었다. 담가둔 돼지피부를 꺼내어 150 x 100mm의 크기로 자른 뒤, 흐르는 물에 행군 후 wypall로 기름기를 제거하였다. 기름기가 제거된 돼지 피부에는 인공 땀을 스프레이방식으로 표면이 축축해질 때까지 뿌린 뒤, 30분간 자연 건조시켰다[16].

2.2 타격대를 이용한 족적 유류 및 현출

돼지피부를 천으로 덮은 뒤, 용수철이 연결된 타격대를 90°에서 낙하시켜 족적을 유류하였다. 족적을 유류한 후, 1시간 건조를 진행한 각각의 천을 ninhydrin, DFO, 1,2-IND/Zn에 각각 담가서 적용하였으며, 30분 정도 자연 건조를 한 뒤 스티م 다리미를 사용하여 180℃에서 20초간 열을 가하였다.

2.3 기록

족적을 유류한 각각의 천은 타격을 한 후 백색광, 시약을 처리한 후 백색광과 형광 반응, 열처리 후 백색광과 형광 반응을 촬영하여 기록하였다. 해당 실험은 총 3회 반복하였다.

III. 결 과

족적을 현출한 결과는 [표 3]과 같다.

표 3. 시약별 족적의 현출 결과

(++ : 신발 밑창의 문양이 확인 가능함. / + : 신발 밑창의 문양이 확인되지는 않지만, 윤곽을 통해서 접촉여부가 확인 가능함. / - : 현출되지 않음.)

천	색	Ninhydrin	DFO	1,2-IND/Zn
면	흰색	++	++	++
	검은색	+	++	++
	빨간색	++	+	+
	파란색	+	++	++
	초록색	++	++	++
레이온	노란색	++	+	+
	흰색	+	+	+
면/스판 혼방	검은색	-	+	+
	흰색	++	++	++
	검은색	-	-	-

1. 천의 색상에 따른 족적의 현출

전체적으로 검은색 천보다는 흰색 천에서 족적이 더

잘 현출되었다. 특히 면과 레이온 천의 경우에는 1,2-IND/Zn와 DFO의 효과는 흰색 천과 검은색 천에서 비슷하게 나타났지만 ninhydrin 시약을 적용했을 때는 흰색 천에 비해 검은색 천에서의 효과가 더 떨어졌다. 면/스판 혼방 천의 경우에는 흰색 천에서는 세 가지 시약 모두 신발 밑창의 문양까지 확인 가능한 족적을 현출했지만, 검은색 천에서는 세 가지 시약 모두가 전혀 현출되지 않았다.

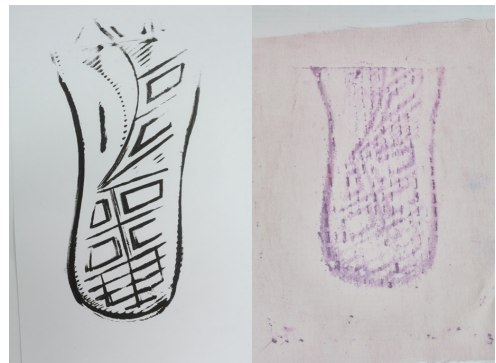


그림 2. 족적이 유류하였을 때, 신발의 자세한 형태가 전이되는 것을 확인. 족적을 유류한 신발의 패턴(좌), ninhydrin을 이용해서 흰색 면에서 현출한 모습(우).

면 100% 천의 경우 모든 색상의 천에서 신발의 접촉 여부를 확인 가능한 정도 이상의 족적이 현출되었고, 천의 색상에 따라 세 가지 시약의 현출 효과가 다르게 나타났다. 흰색과 초록색 천에서는 세 가지 시약 모두 신발 밑창의 문양을 확인할 수 있는 정도의 족적을 현출하는 효과를 나타냈다. 검은색과 파란색 천에서는 ninhydrin을 적용했을 때 신발의 접촉은 확인할 수 있지만 현출된 족적의 색이 배경색과 유사하여 신발의 크기나 신발 밑창의 문양을 확인할 수는 없었던 반면, 1,2-IND/Zn와 DFO를 적용했을 때는 형광을 통해서 신발 밑창의 문양까지 확인 가능한 족적이 현출되었다. 그리고 1,2-IND/Zn를 적용한 결과에서는 백색광 아래에서 육안으로 관찰했을 때 형광으로 나타나는 결과보다는 좋지 않지만 분홍색의 현출문을 확인할 수 있었고, 이를 통해 천 표면에서 DFO보다는 1,2-IND/Zn가 백색광에서도 확인이 되는 발색반응과 녹색광원(505nm)에 의한 형광반응을 모두 보이기 때문에 현출된 족적을

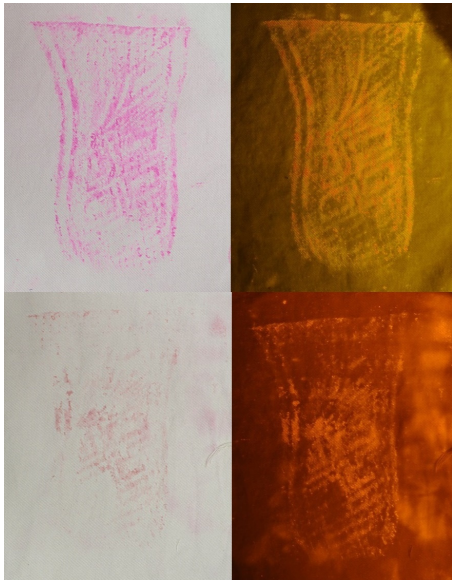


그림 3. 흰색 면에서 형광시약을 이용하여 족적을 현출 한 뒤, 백색광과 505nm광원을 이용하여 확인한 결과. 1,2-IND/Zn (상), DFO (하).

이중으로 확인할 수 있다는 점을 알 수 있었다[그림 3]. 빨간색과 노란색 천에서는 검은색과 파란색 천의 결과와 반대로 ninhydrin으로는 신발 밑창 문양까지 확인할 수 있는 정도의 족적이 현출되었지만 1,2-IND/Zn와 DFO로 현출했을 때는 배경색과의 대조가 좋지 않아 신발 밑창 문양을 확인할 수 없었다[그림 4].

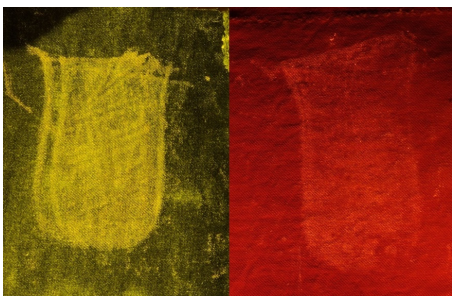


그림 4. 배경색에 따라서 형광시약의 효과에 차이가 있음. 검은색 면에 1,2-IND/Zn로 족적을 현출한 결과(좌), 빨간색 면에 DFO로 족적을 현출한 결과(우)

## 2. 천의 종류에 따른 족적의 현출

본 연구에서 사용한 세 가지 소재의 천에 따라서 그 표면에 돼지 피부 타격으로 생성된 족적이 아미노산 반

응시약으로 현출되는 효과가 다르게 나타났다. 흰색의 천에 대해서는 면, 면/스판 혼방, 레이온 순으로 아미노산 반응시약의 현출효과가 좋았으며, 검은색 천에 대해서는 면, 레이온, 면/스판 혼방 순으로 좋았다.

검은색의 레이온 100% 천에서는 신발 밑창 문양을 확인할 수 있는 족적의 현출이 불가능했다. 흰색 천에서는 대부분 신발 밑창 문양은 보이지 않지만, 신발로 추정할 수 있는 정도의 문양이 현출되었다. 검은색 천에서는 세 가지 시약을 각각 적용한 후 12시간 경과 후 까지 관찰 시에는 족적을 전혀 관찰 할 수 없었으나, 일주일이 경과한 후에 1,2-IND/Zn와 DFO를 적용했던 천에서 족적이 현출되어 신발 밑창 문양을 관찰할 수 있었다[그림 5A, B].

면/스판 혼방 천에서는 천의 색상에 따라서 족적 현출 효과가 크게 달랐다. 흰색 천에서는 세 가지 시약으로 모두 신발 밑창 문양까지 확인 가능한 족적을 확인할 수 있었고[그림 5C], 검은색 천에서는 세 가지 시약 모두 족적을 전혀 현출해내지 못했다.

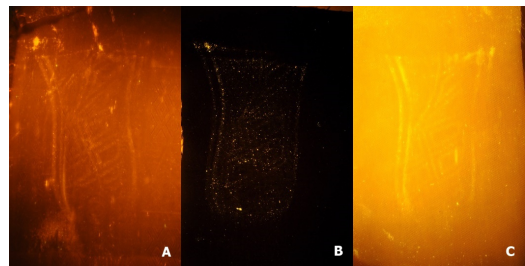


그림 5. 다양한 천에 유류된 족적의 현출결과. 흰색 레이온/DFO(A), 검은 레이온/1,2-IND/Zn(B), 흰색 면/스판/1,2-IND/Zn(C).

## IV. 고찰 및 결론

의복이 타격에 의해서 피부와 강한 접촉이 이루어지면서 물질교환이 일어나기 때문에, 피부 성분 중에서 아미노산 성분이 전이될 것이다. 지문을 현출하는 방식과 같이 아미노산과 반응하여 정색하는 ninhydrin을 통해 밝은 색의 표면에서 족적을 확인할 수 있고, 형광시약인 DFO와 1,2-IND/Zn를 이용해서 어두운 색의 표면

에 유류된 족적의 확인이 가능할 것이라는 점에서 연구를 진행하였다. 결과적으로 ninhydrin을 이용하면 밝은 색의 배경에서 족적을 증강할 수 있지만 어두운 색의 배경에서는 현출된 족적이 배경과의 대조가 좋지 않기 때문에 족적의 윤곽만 확인이 되거나 현출 여부를 전혀 확인할 수 없었다. 형광시약인 DFO와 1,2-IND/Zn는 붉은 색의 정색반응과 함께 형광을 보이기 때문에 배경색에 상관없이 족적을 현출할 수 있지만, 빨간색과 노란색과 같이 밝은 배경색을 갖는 경우 대조가 떨어지는 경향을 보였다. 또한 천의 직조 방식과 성김의 정도에 따라서 천 내부에서 발생하는 번짐(spreading)의 정도가 상이하기 때문에, 천의 종류에 따라서 족적 현출 결과가 다르게 나타날 수 있다[21]. 레이온 천과 같이 얇고 성긴 조직을 가진 경우, 번짐의 발생으로 인하여 완전한 형태의 족적이 유류되더라도 현출되는 과정에서 형태가 불완전하거나 왜곡이 발생할 수 있다.

인공 땀에 의한 현출 효과에 대한 대조군으로 증류수에 담긴 돼지피부에 타격을 한 결과를 통해서, 족적을 현출되도록 하는 것이 땀 이외의 성분도 가능하다는 것을 확인할 수 있었다. 본 연구를 통하여 족적의 현출이 가능하도록 하는 성분을 특정할 수는 없을 것이다. 다만, 돼지피부는 사람의 피부와 유사성이 높아 각질성분이나 기름성분이 있기 때문에 족적이 현출 가능할 것으로 보인다.

의복 안 쪽에 남은 족적을 현출하는 경우, 천에 대한 고려가 요구될 뿐 아니라 현출을 진행하는 시간 또한 변수로 작용할 수 있다. 검은 색 레이온의 경우, 예외적으로 시약을 적용하고 열처리를 한 직 후보다 시간이 지난 후에 현출된 형광 족적이 더욱 선명하게 보였다. 이와 같이, 시간이 지남에 따라서 족적의 현출효과가 더 좋아질 가능성이 있기 때문에 추가적인 연구가 필요하다.

본 연구는 피부와 직접적인 접촉이 발생하는 종류의 의복을 제작하는데 활용되는 대표적인 섬유를 선정하여, 의복 안 쪽에서 족적 현출을 시도하였다. 한정된 종류의 섬유를 선정하였기 때문에, 연구에 활용한 섬유 외의 다양한 종류의 섬유에서의 연구가 추가적으로 필요하다. 또한 족적의 현출 가능성을 확인하기 위한 실

험이므로, 통계적인 의미를 담기에는 한계가 있다. 그러나 일반적으로 의복에 유류된 족적을 현출할 때 외부 오염물질을 타깃으로 하지만, 본 연구를 통해서 오염물질 뿐 아니라 피부와의 접촉을 통해서 족적을 현출할 수 있다는 점을 밝혔다는 점에서 의미가 있다.

### 참 고 문 헌

- [1] H. Strauch, I. Wirth, Uta Taymoorian, and G. Geserick, "Kicking to Death - Forensic and Criminological Aspects," *Forensic Science International*, pp.165-171, 2001.
- [2] Andrzej CHOCHÓŁ and Maciej OEWIÉTEK, "Shoe prints on The Human body - An Analysis of Three cases," *Problems of Forensic Sciences*, 2009.
- [3] Kevin J. Farrugia, Helen Bandey, Lorna Dawson, and Niamh NicDaéid, "Chemical Enhancement of Soil Based Footwear Impressions on Fabric," *Forensic Science International*, pp.12-28, 2012.
- [4] Kevin J. Farrugia, Helen Bandey, Steve Bleay, and Niamh NicDaéid, "Chemical Enhancement of Footwear Impressions in Urine on Fabric," *Forensic Science International*, pp.67-81, 2012.
- [5] Kevin J. Farrugia, Helen Bandey, Kathleen Savage, and Niamh NicDaéid, "Chemical Enhancement of Footwear Impressions in Blood on Fabrics - Part3 : Amino acid Staining," *Science and Justice*, pp.8-13, 2013.
- [6] P. Hamer and C. Price, "Case Report : A Transfer from Skin to Clothing by Kicking," *Journal of Forensic Science Society*, 1993.
- [7] 홍성욱, *과학수사에 숨어 있는 미세증거물*, 수사 연구사, 2010.
- [8] Joaquim Rovira, Marti Nadal, Marta Schuhmacher, and Jose L. Domingo, "Trace elements in Skin-Contact Clothes and Migration to Artificial Sweat ; Risk Assessment of Human Dermal

Exposure," Textile Research Journal.

[9] Yaron Shor, Amit Cohen, Sarena Wiesner, and Revital Weiss, "Recovering Dusty Shoe Prints from Skin Comparative Research," The Open Forensic Science Journal, 2014.

[10] Joanna May Fraser, *Enhancement Techniques for Fingerprint Recovery from Fabrics*, Abertay University, doctorate thesis, 2013.

[11] G. J. Reichardt, J. C. Carr, and E. G. Stone, "A Conventional Method for Lifting Latent Fingerprints from Human Skin Surfaces," Journal of Forensic Science, pp.135-141, 1978.

[12] William C. Sampson and Karen L. Sampson, "Recovery of Latent Prints from Human Skin," Journal of Forensic Identification, pp.362-385, 2005.

[13] 이희일, 최미정, 김재훈, 박성우, "생체피부에서의 잠재지문 현출," 한국분석과학회, pp.222-228, 2008.

[14] S. L. Avon and R. E. Wood, "Porcine Skin as an In-vivo Model for Ageing of Human Bite Marks," The Journal of Forensic Odonto-stomatology, pp.30-39, 2005.

[15] Rong Kong and Rohit Bhargava, "Characterization of Porcine Skin as A Model for Human Skin Studies Using Infrared Spectroscopic Imaging," Analyst, pp.2359-2366, 2011.

[16] 김우중, 정진성, "돼지 피부를 이용한 시체 피부 잠재지문 현출 실험," 한국경찰연구, pp.93-122, 2012.

[17] 이의정, 김소영, 언더웨어, 교학연구사, p.53, 2001.

[18] Kevin J. Farrugia, Philip Riches, Helen Bandey, Kathleen Savage, and Niamh NicDaéid, "Controlling The Variable of Pressure in The Production of Test Footwear Impression," Science and Justice, pp.168-176, 2012.

[19] Sungwook Hong, Ingi Hong, Aleum Han, Jin Yi Seo, and Juyoung Namgung, "A New Method of Artificial Latent Fingerprint Creation Using Artificial Sweat and Inkjet Printer," Forensic

Science International, pp.403-408, 2015.

[20] Therese C. de Castro, Michael C. Taylor, Jules A. Kieser, Debra J. Carr, and W. Duncan, "Systematic Investigation of Drip Stains on Apparel Fabrics : The Effects of Prior-laundering, Fibre Content and Fabric Structure on Final Stain Appearance," Forensic Science International, pp.98-109, 2015.

[21] Therese C. de Castro, Michael C. Taylor, Jules A. Kieser, Debra J. Carr, and W. Duncan, "Drip Bloodstain Appearance on Inclined Apparel Fabric : Effect of Prior-laundering, Fibre Content and Fabric Structure," Forensic Science International, pp.488-501, 2016.

#### 저자 소개

기진영(Jin-Young Ki)

준회원

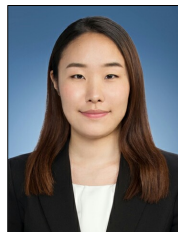


- 2012년 8월 : 중앙대학교 생명과학과 (이학사)
- 2015년 3월 ~ 현재 : 순천향대학교 법과학대학원 재학중

<관심분야> : 법과학, 족적, 현장감식

김다은(Da-Eun Kim)

준회원



- 2015년 2월 : 순천향대학교 화학과(이학사)
- 2015년 3월 ~ 현재 : 순천향대학교 법과학대학원 재학중

<관심분야> : 법과학, 족적, 현장감식

김 청(Chung Kim)

준회원



- 2014년 2월 : 가톨릭대학교 화학과(이학사)
- 2016년 8월 : 순천향대학교 법과학대학원 법과학과(석사)

<관심분야> : 법과학, 족적, 현장감식

신 은 영(Eun-Young Shin)

준회원



- 2015년 2월 : 순천향대학교 화학과(이학사)
- 2015년 3월 ~ 현재 : 순천향대학교 법과학대학원 재학중

<관심분야> : 법과학, 족적, 현장감식

유 제 설(Je-Seol Yu)

정회원



- 1998년 : 경찰대학 법학과(법학사)
  - 2007년 : 경북대학교 법의학교실 수사과학대학원 과학수사 전공(석사)
  - 2015년 : 경기대학교 범죄학과(박사)
  - 2009년 ~ 2011년 : 국립경찰대학 경찰학과 교수
  - 2012년 3월 ~ 현재 : 순천향대학교 법과학대학원 교수
- <관심분야> : 법과학, 족적, 현장감식