

사삼산화철 기반의 소립자시약(Small Particle Reagent)의 접착면 잠재지문 현출 효과에 영향을 미치는 요인

The Factors Influencing Latent Fingerprint Development on Adhesive Side of Iron Oxide Powder-based Small Particle Reagent

김선민, 고강석, 이슬비, 유제설
순천향대학교 법과학대학원

Sun-Min Kim(ksunmin@nate.com), Gang-Seok Go(tigara@naver.com),
Seul-Bi Lee(lee_sb05@naver.com), Je-Seol Yu(haplf@naver.com)

요약

강력범죄사건에서 발견할 수 있는 증거물인 테이프는 접착면에 지문이 쉽게 유류될 수 있다. 청 테이프에 유류된 지문을 현출하고자 사삼산화철(Fe_3O_4)기반의 Small Particle Reagents(SPR)를 사용하여 SPR의 제조비율 및 현출에 영향을 주는 요인에 대해 연구하였다. SPR이 지문현출에 영향을 주는 요인은 제조시 첨가되는 분말의 양, 계면활성제의 양, 계면활성제의 HLB(hydrophile-lipophile balance)에 의해 영향을 받는다. 증류수 100ml를 기준으로 분말의 양은 0.5g~1.0g일 때 용선에 적절한 양이 흡착되었으며 계면활성제의 양은 0.5ml이상이면 배경에 흡착된 분말들을 잘 씻어냈다. 또한 계면활성제의 HLB가 배경과 용선과의 대조비를 높이는 중요한 요인이었으며 유류된 지문의 지질 성분을 용해시키지 않는 11~18사이의 HLB가 뛰어난 현출력을 보였다.

■ 중심어 : | 사삼산화철 | SPR | 계면활성제 | HLB | 접착면 | 지문 |

Abstract

Latent fingerprint left on the adhesive sides of tapes can be easily found at a crime scene. Small Particle Reagents(SPR) based on iron oxide(Fe_3O_4) is a technique for the detection of a latent fingerprint adhesive surface. In this study, found out that the causes affecting the quality of the fingerprints developed when used SPR based on iron oxide. To a suspension of 0.5g of iron oxide in 100ml of distilled water, 0.5ml or more surfactant were added can be developed latent fingerprints of good quality. In addition, using surfactants HLB(hydrophile-lipophile balance) value of 11~18 showed good contrast to the background and latent fingerprint.

■ keyword : | Iron Oxide | Small Particle Reagent | Surfactant | HLB | Adhesive Tape | Latent Fingerprint |

I. 서 론

테이프는 강력범죄에 자주 사용되는 범행도구이며

범죄현장에 쉽게 남겨질 수 있다[1]. 테이프의 접착면에 손가락을 접촉하였을 경우 접착면에 접착성분으로 인해 손가락의 땀과 지방성분이 지문의 용선 모양으로 쉽

* 본 연구는 순천향대학교 학술연구비 지원으로 수행되었습니다.

접수일자 : 2016년 05월 03일

수정일자 : 2016년 07월 04일

심사완료일 : 2016년 07월 04일

교신저자 : 유제설, e-mail : haplf@naver.com

게 유류된다. 그래서 범행에 테이프를 사용할 경우 범인의 지문이 테이프의 접촉면에 쉽게 유류될 수 있고 범죄현장에서 범죄에 사용했을 것으로 추정되는 테이프를 발견한다면 범인의 지문을 확보할 수 있는 중요한 증거물이 될 수 있다.

현장이나 증거물에서 잠재지문을 현출하기 위해 적용할 수 있는 기법들은 다양하지만 기법들을 모든 표면에 일관되게 적용할 수 없기 때문에 표면의 특징에 맞는 기법을 선택해야한다[2]. 예를 들면 비다공성표면에 유류되어있는 잠재지문의 용선에 분말을 흡착시켜 현출하는 분말법과 시아노아크릴레이트 훈증법(CA)는 적용의 용이성과 우수한 현출력이 있지만 표면이 젖어 있거나 접촉성분이 있는 표면에는 선택적으로 분말을 흡착시킬 수 없다. 현재 젖은 표면이나 접촉면에 유류된 지문을 현출하는데 Small Particle Reagent(이하 SPR), Adhesive Side Developer(이하 ASD), Sticky-side powder 등을 사용하고 있다[3][4]. 위 제품들은 제형만 다를 뿐 유류된 지문의 지질성분에 분말이 흡착되는 특성에 의해 잠재지문을 현출하는 유사한 기법으로 분말과 계면활성제 및 증류수를 혼합한 용액을 SPR이라고 소개하였다[3].

Ferial haque 의 4명은 사삼산화철(이하 Fe_3O_4)을 기반으로 제조한 SPR을 연구한 결과 Fe_3O_4 기반의 SPR은 처음 제시된 SPR처럼 우수한 현출력을 보일 뿐만 아니라 인체에 무해하며 더 뛰어난 감도를 보인다고 발표하였다[5]. 이외에 분말의 종류를 달리하여 제조한 SPR 시약을 비교 연구하거나, SPR의 현출력에 영향을 주는 요인에 대한 연구들이 발표되었다[3][4][6-13].

Jones의 연구에 따르면 접촉면에 Titanium dioxide(이하 TiO_2) 기반의 SPR 제품들을 적용한 결과 TiO_2 분말을 만들 때 첨가하는 Aluminosilicates가 잠재지문의 현출력에 영향을 미친다고 발표하였다[13]. 또한 Phatwalan Kabklang은 MoS_2 , Fe_3O_4 , TiO_3 , ZnO , $ZnCO_3$ 을 기반으로 한 SPR의 현출력을 비교한 결과 현출력에 영향을 미치는 중요한 요인은 분말의 종류, 계면활성제, 시약의 비율이라고 언급하였다[9].

기존 선행연구들을 통해 SPR 제조 시 첨가되는 분말의 종류, SPR제조비율, SPR을 적용하고자 하는 표면에

따라 현출력에 차이가 있음을 알 수 있었다. 그러나 동일한 분말과 계면활성제를 사용하면서도 각 연구마다 제조비율이 다르고 그 이유에 대해서는 명확히 밝히지 않고 있음을 확인하였다.

이에 본 연구자들은 접촉면에 Fe_3O_4 기반의 SPR을 사용하여 SPR의 현출력에 영향을 주는 제조비율 및 요인을 연구하였다.

II. 연구이론

1. SPR에서 계면활성제 HLB가 지문현출에 미치는 영향

Hydrophilic - Lipophile Balance(이하 HLB)는 계면활성제가 물과 기름에 대한 친화성 정도를 0~20으로 분류하여 각 특성과 목적에 맞게 선택하여 사용할 수 있도록 도입된 방식이다[15].

계면활성제의 HLB는 용해도와 관련되어 있으며 [그림 1]과 같이 낮은 HLB를 갖는 계면활성제는 지용성의 경향을, 높은 HLB를 갖는 계면활성제는 수용성의 경향을 갖는다[16].

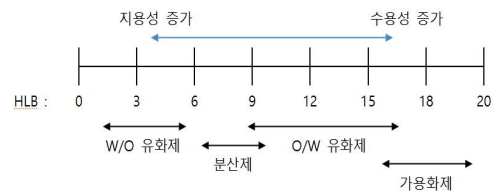


그림 1. HLB수치에 따른 계면활성제 분류표

SPR에 포함된 계면활성제는 분말과 증류수가 고르게 섞일 수 있게 한다. 선행연구들에서 사용된 계면활성제는 Tergitol-8, Triton X, Brij35, EZflo, Photoflo200, Tween20, Arlacel165 등으로 수용성을 띄는 11~18 사이의 HLB를 갖고 있다. 그러나 선행연구들은 특정 계면활성제를 사용한 이유를 밝히지 않았고 HLB가 지문현출에 미치는 영향에 대한 연구가 없었다. 따라서 본 연구자들은 HLB가 다른 계면활성제를 사용할 때 지문현출에 미치는 영향을 관찰하였다.

표 1. 기존 연구들에서 제시한 SPR 제조비율

Powder	Detergent solution	Stock solution	Working solution
Molybdenum	dioctyl sulfosuccinate sodium salt(98%) 10 mg Water (tap) 90 mL	Molybdenum disulfide 100 mg Detergent solution 15 mL Water (tap) 1000 mL	Stock solution 100 mL Water (tap) 1000 mL
Molybdenum	Tergitol-8 4 mL Distilled water 500 mL	Molybdenum disulfide 15 g Detergent solution 100 mL	Stock solution 100 mL Distilled water 900 mL
Fe ₃ O ₄	Triton X detergent 25 mL Ethylene glycol 35 mL Distilled water 40 mL	Detergent solution 20 mL iron oxide powder 20g	Stock solution 100 mL Water (tap) 1000 mL
Fe ₃ O ₄	Brij 35 2 ml choline chloride 1 g Distilled water 250 mL	Detergent solution 20 mL iron oxide powder 2g	Stock solution Distilled water 180 mL
Titanium dioxide	EZFLO 5 mL Distilled water 100 mL		titanium(IV) oxide 5 mL Detergent solution 10 mL
Titanium dioxide			Titanium dioxide 1 g Kodak Photo-Flo 200 10 mL Water (tap) 10 mL
Zinc carbonate		Zinc carbonate 7.5 g Detergent solution 50 mL	Stock solution 1 Distilled water 1
Zinc carbonate			Zinc carbonate 5 g distilled water 50 mL Detergent 0.3 mL

2. 제조비율이 지문현출에 미치는 영향 비교

선행연구들은 [표 1]과 같이 SPR 제조 시 각기 다른 분말과 계면활성제의 종류와 비율을 제시하고 있다. 제시된 비율에 대한 정확한 근거가 없었고, 제조비율이 지문현출에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 연구가 없었다. 이에 본 연구자들은 SPR을 제조할 때 분말과 계면활성제의 비율이 잠재지문의 현출에 미치는 영향을 관찰하였다.

MICRO NIKKOR 105mm 1:2.8G ED(Japan)를 사용하여 촬영하였다. 또한 현출된 지문의 응선을 확인하고 확대해서 촬영하기 위해 stereomicroscope(Leica M80)를 사용하여 관찰하고 Leica Application Suit Version 3.8.0 (Build : 878) 소프트웨어를 이용해 촬영하였다. 그리고 본 실험에서 제조한 Fe₃O₄기반의 SPR 제형과 비교하기 위해 대조시약으로 ASD(Sirchie, USA)를 사용하였다.

III. 재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에서 SPR제조에 사용된 시약은 Fe₃O₄분말(Sigma)과 계면활성제 7가지 종류 SPAN85(TCI), SPAN60(Croda), SPAN40(TCI), PEG400(Sigma), Arlacel165(Croda), Tween20(Sigma), Pluronic L-35(Sigma)를 사용하고 지문은 청색 면 테이프(3M, 46 mm×10 mm)의 접착면에 유류하였다. 현출된 지문은 백색 광원(Rofin)과 Nikon D90(Japan), Nikon AF-S

2. 제조시약 적용방식

접착면에 시약을 적용하는 방법은 시약을 직접 바르는 방법과 시약에 담그는 방법이 있다. 예비실험 결과 시약을 바르는 방법은 도구에 의해 지문이 훼손될 수 있는 반면 검체를 시약에 담그는 방법은 비교적 훼손이 적고 현출과정을 육안으로 확인할 수 있었다. 세척하는 방법은 증류수를 검체에 분사하여 세척하는 방법과 증류수에 담가 세척하는 방법을 비교한 결과, 분사하는 방법은 담그는 방법에 비해 배경에 묻은 분말들을 충분히 씻어내지 못하고 현출된 지문을 손상시켰다. 이에 따라 본 실험은 최적의 현출효과를 얻기 위해 시약을

적용하는 방법과 세척하는 방법 모두 담그는 방법을 사용했다. 세척한 테이프는 표면이 얼룩지지 않도록 상온에서 매달아 자연건조 시켰고 물기가 완전히 건조되면 관찰 및 촬영하였다.

3. 실험방법

[표 1]의 선행연구들이 제시한 제조비율들을 참고하여 증류수 100ml를 기준으로 분말은 Fe_3O_4 를 사용하여 0.1g부터 3g까지 달리하여 적용하였고, 계면활성제는 선행연구에서 자주 사용되었던 tween20을 0.1ml부터 10ml까지 사용하여 접착면에서 지문이 현출되는 최소한의 비율을 찾아보았다. 이후 실험은 증류수 100ml, Fe_3O_4 0.5g, 계면활성제(tween20) 1ml를 기준으로 진행되었다. 상용화 되어있는 접착면 지문현출 시약인 ASD와 본 연구에서 제조한 용액의 현출한 결과는 [그림 2]와 같다.

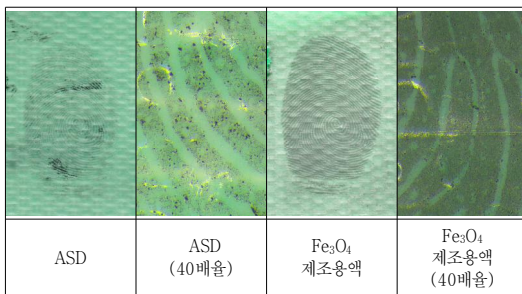


그림 2. ASD와 Fe_3O_4 제조용액으로 현출한 잠재지문

3.1 Fe_3O_4 기반의 SPR 제조비율이 지문현출에 미치는 영향

예비실험에서 확인한 제조비율을 기준으로 Fe_3O_4 , 계면활성제의 양이 지문현출에 미치는 영향을 확인하였다.

3.1.1 Fe_3O_4 분말의 양이 지문현출에 미치는 영향

계면활성제(tween20)는 1ml, 증류수는 100mL로 고정하고 Fe_3O_4 분말의 양을 조절하여 제조한 용액을 사용하여 지문현출에 미치는 영향을 확인하였다.

3.1.2 계면활성제의 양이 지문현출에 미치는 영향

Fe_3O_4 분말의 양은 0.5g, 증류수는 100ml로 고정하고 계면활성제(tween20) 양을 조절하여 제조한 용액을 사용하여 지문현출에 미치는 영향을 확인하였다.

3.2 계면활성제의 HLB가 지문현출에 미치는 영향

실험 3.1을 통해 얻은 Fe_3O_4 와 계면활성제의 적절한 양을 토대로 서로 다른 HLB를 가지는 계면활성제들을 적용하였다. 실험에 사용된 계면활성제의 HLB는 다음 [표 2]와 같다.

표 2. 실험에 사용된 계면활성제의 HLB

계면활성제 (HLB)	SPAN85 (1.8)	SPAN60 (4.7)
	SPAN40 (6.7)	PEG400 (8.8)
	Arlacel165 (11)	Tween20 (16.7)
	Pluronic L-35 (20.5)	

IV. 실험결과

1. Fe_3O_4 분말의 양이 지문현출에 미치는 영향

Fe_3O_4 분말이 0.01g, 0.05g, 0.1g, 0.5g, 1.0g, 5.0g, 10g, 50g, 100g 들어간 제조용액을 잠재지문이 유류된 청테이프에 적용하였다. 다음 실험 결과는 [그림 3]과 같다. Fe_3O_4 분말이 0.01g, 0.05g인 제조용액으로 현출한 결과, 지문의 융선이 희미하게 보여 특징점이 보이지 않았다. Fe_3O_4 분말 0.1g 제조용액은 지문의 융선을 확인할 수 있었고, 특징점을 찾을 수 있었으며 Fe_3O_4 분말 0.5g 제조용액 또한 지문의 융선과 특징점을 찾을 수 있었다. Fe_3O_4 분말 1.0g 제조용액은 지문의 융선과 특징점이 관찰되었으나 앞의 결과에 비해 분말이 배경에 좀 더 흡착되었다. Fe_3O_4 분말 5.0g, 10g으로 제조한 용액 모두 지문의 융선과 특징점을 확인할 수 있었지만 배경에 흡착되는 분말의 양이 많아져 배경과의 대조비가 좋지 않았다. Fe_3O_4 분말 50g, 100g으로 제조한 용액의 경우 배경에 흡착되는 분말의 양이 과다하여 특징점을 확인할 수 없었다.

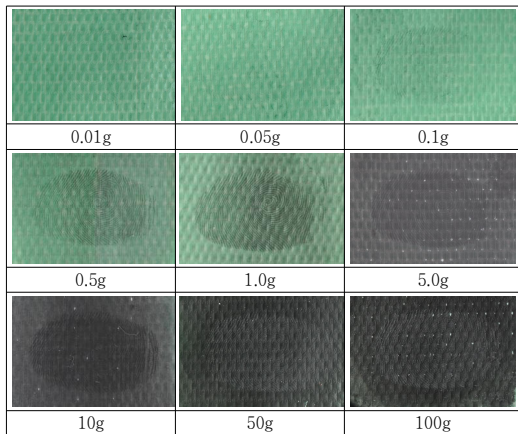


그림 3. 용액 제조 시 Fe_3O_4 양에 따른 잠재지문 변화

Fe_3O_4 분말의 양에 따른 배경의 흡착정도는 [그림 4]와 같다.

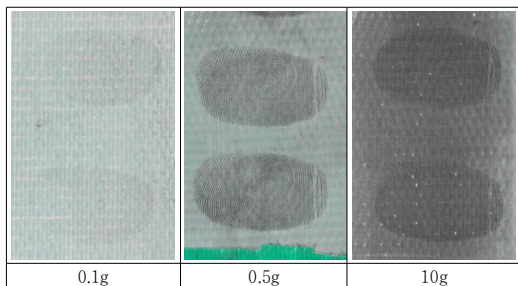


그림 4. 용액 제조 시 Fe_3O_4 양에 따른 배경흡착 변화

2. 계면활성제의 양이 지문현출에 미치는 영향

실험 3.1.1의 결과에 따라 분말이 배경에 흡착되는 정도가 적고 지문의 용선과 특징점을 관찰 할 수 있는 분말의 최소양인 0.5g으로 고정하여 다음 실험을 진행하였다. 계면활성제의 양이 0ml, 0.25ml, 0.5ml, 1.0ml, 1.5ml, 1.75ml, 2.0ml, 5.0ml, 10ml인 제조용액을 잠재지문이 유류된 청테이프에 적용한 결과는 [그림 5]와 같다. 계면활성제가 들어가지 않은 경우 접착면 전체에 제조용액이 흡착되어 지문을 확인 할 수 없었다.

계면활성제가 0.25ml 들어간 경우 접착면에 흡착된 제조용액이 거의 씻기지 않아 배경과 지문의 대조비가 좋지 않아 용선의 대부분이 확인되지 않았다. 0.5ml가

들어간 경우 0.25ml에 비해 배경에 흡착된 제조용액이 씻겼으나 용선과 특징점의 일부만 관찰되었다. 1.0ml, 1.5ml, 1.75ml, 2.0ml, 5.0ml, 10ml의 계면활성제를 넣은 제조용액 모두 배경에 흡착된 분말을 잘 씻어내 배경과 지문 간의 대조비가 뚜렷했고, 용선과 특징점을 선명하게 확인 할 수 있었다.

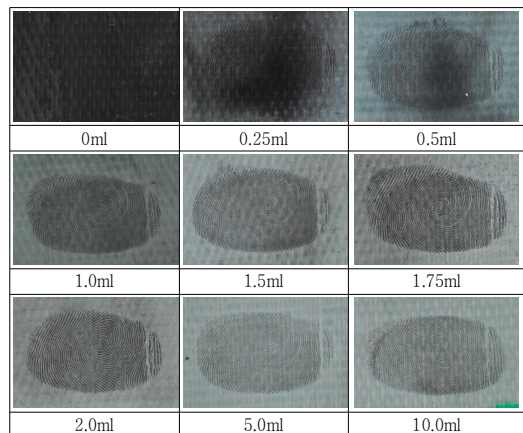


그림 5. 용액 제조 시 계면활성제 양에 따른 잠재지문 변화

계면활성제의 양에 따른 배경의 흡착정도는 [그림 6]과 같다.

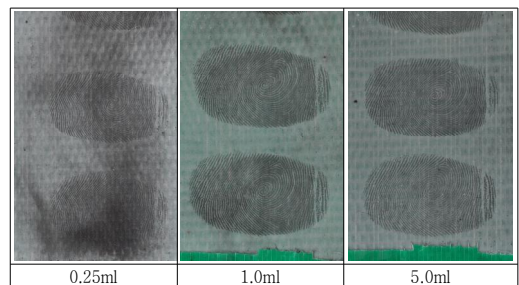


그림 6. 용액 제조 시 계면활성제 양에 따른 배경흡착 변화

3. 계면활성제의 HLB가 지문현출에 미치는 영향

실험 3.1의 결과에 따라 Fe_3O_4 0.5g, 계면활성제 1ml, 증류수 100ml로 고정하여 다음 실험을 진행하였다.

HLB가 1.8, 4.7, 6.7, 8.8, 11, 16.7, 20.5인 계면활성제를 사용한 제조용액을 잠재지문이 유류된 청색 면 테이프

에 적용한 결과는 [그림 7]과 같다. HLB가 1.8인 경우 Fe_3O_4 와 증류수가 잘 섞이지 않아 접착면에 제조용액이 고르게 흡착되지 않았다. 또한 흡착된 제조용액도 거의 씻기지 않아 지문을 확인 할 수 없었다. HLB가 4.7, 6.7인 경우 제조용액이 접착면에 고르게 흡착되었으나 배경이 씻기지 않아 지문을 확인 할 수 없었다. HLB가 8.8인 경우 지문의 위치는 확인 할 수 있었으나 배경과의 대조비가 좋지 않았다. HLB가 11, 16.7인 경우 배경과의 대조비가 좋았으며 지문의 융선과 특징점이 선명하게 관찰되었다. HLB가 20.5인 경우 지문의 융선과 특징점이 확인되었으나 바탕면에 흡착된 제조용액이 씻기지 않아 배경과의 대조비가 좋지 않았다.

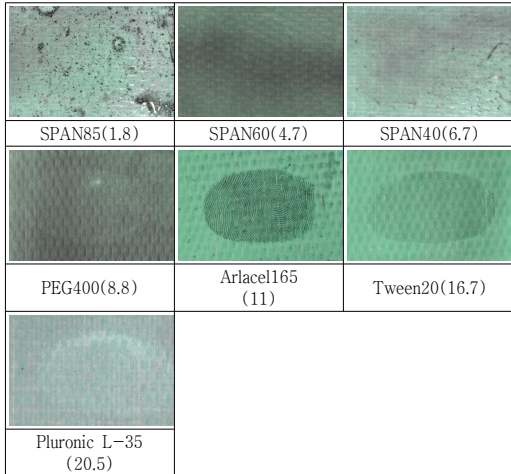


그림 7. 용액 제조 시 HLB에 따른 잠재지문 변화

계면활성제의 HLB에 따른 배경의 흡착정도는 [그림 8]과 같다.

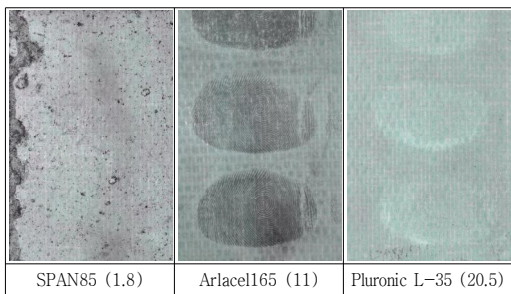


그림 8. 용액 제조 시 HLB에 따른 배경흡착 변화

V. 결론 및 고찰

본 실험결과를 통해 SPR 제조 시 첨가되는 분말의 양, 계면활성제의 양, 계면활성제의 HLB에 따라 잠재 지문 현출력에 차이가 있음을 확인하였다. [그림 3]과 같이 분말의 양이 적을수록 융선에 흡착이 충분히 이뤄지지 않았고 분말의 양이 0.5g~1.0g인 경우 적절하게 융선에 흡착되었으며 그 이상 분말을 넣었을 때는 접착면 전체에 과도하게 흡착되었다. [그림 5]와 같이 계면활성제의 양은 적을수록 배경에 흡착된 분말을 잘 씻겨 내지 못했고, 계면활성제의 양이 0.5ml이상이면 대체적으로 배경에 흡착된 분말을 잘 씻어냈다. 계면활성제의 HLB는 낮을수록 친유성이 강하여 물에 잘 용해되지 않아 지문의 지질성분과 용해되고, HLB가 높을수록 친수성이 강하여 물에 잘 용해되며 지문의 지질성분과는 용해되지 않는다. 때문에 SPAN85는 친유성이 강하여 지문의 지질성분이 씻겨 접착면에 유류된 지문을 확인 할 수 없었고 SPAN60, SPAN40, PEG400은 SPAN85에 비해 친수성을 띄므로 지문현출은 가능하나 바탕에 붙은 분말이 잘 씻기지 않아서 대조비가 떨어진다. Arlachel165, Tween20은 보다 친수성을 띄기 때문에 지문의 지질성분을 용해시키지 않아 접착면에 유류된 지문을 용해시키지 않고 배경에 남은 분말은 잘 씻어 낼 수 있어 바탕면과의 대조비가 뚜렷하게 나타난다. Pluronic L-35는 친수성이 강하여 배경에 제조용액이 흡수되었고 지질성분에 흡착된 분말이 일부 씻겨 내려가 지문을 확인하기 어려웠다. 본 연구결과 청테이프 상 잠재지문은 증류수 100ml를 기준으로 Fe_3O_4 분말은 0.5~1.0g, 계면활성제는 1ml이상을 넣어 제조하였을 때 현출하기 적합한 양이었으며, 계면활성제의 HLB는 11~18 사이가 적합한 것으로 확인하였다.

SPR을 사용하여 접착면에 유류된 잠재지문을 최상의 결과를 얻기 위해서는 지문의 융선과 바탕간의 대조비가 뚜렷해야한다. 즉 지문의 융선에 붙은 분말은 남아있고 배경에 붙은 분말은 잘 씻겨야 한다. 본 연구자들은 세척과정에서 접착면에 흡착된 분말을 선택적으로 씻어내는 것은 계면활성제의 HLB가 영향을 미치는 것으로 확인하였고, 따라서 SPR을 사용하여 접착면상

의 잠재지문을 현출할 때에는 계면활성제의 HLB를 고려해야한다.

참 고 문 헌

- [1] A. Zamir, E. Springer and B. Glattstein, "Fingerprints and DNA: STR Typing of DNA Extracted from Adhesive Tape after Processing for Fingerprints," *Journal of forensic sciences*, Vol.45, No.3, pp.687-688, 2000.
- [2] Barry A. J. Fisher and David R. Fisher / 홍성욱, 최용석 역, *현장감식과 수사 CSI*, 수사연구사, pp.190-192, 2006.
- [3] T. Cuiksza, *Enhancement of Latent Fingerprints on Adhesive Tapes with Powder Suspensions and other Processes*, HOSDB Student Placement Report, 2007.
- [4] E. Alderwick, *The Development of Fingerprints on Adhesive Tapes*, PSDB Student Placement Report, 2002.
- [5] F. Haque, A. D. Westland, J. Milligan and F. M. Kerr, "A Small Particle (Iron Oxide) Suspension for Detection of Latent Fingerprints on Smooth Surfaces," *Forensic Science International*, Vol.41, pp.73-82, 1989.
- [6] A. L. Yeo, *Enhancement of Latent Fingerprints on Adhesive tapes*, PSDB Student Placement Report, 2000.
- [7] D. C. J. MacPhee, *Powder Suspensions on Adhesive and Non-Porous Surfaces*, HOSDB Student Placement Report, 2008.
- [8] P. Kabklang, S. Riengrojpitak, and W. Suwansamrith, "Latent Fingerprint Detection by Various Formulae of SPR on Wet Non-Porous Surfaces," *Journal of Scientific Research Chulalongkorn University*, Vol.34, No.2, 2009.
- [9] N. N. Daeid, S. Carter, and K. Laing, "Comparison of three types of white powder suspensions for the recovery of fingerprints on wetted nonporous surfaces," *Journal of Forensic Identification*, Vol.58, No.5, pp.590-599, 2008.
- [10] M. L. Hollars, T. A. Trozzi, and B. L. Barron, "Development of latent fingerprints on dark colored sticky surfaces using liqui-drox," *Journal of Forensic Identification*, Vol.50, No.4, pp.357-362, 2000.
- [11] N. H. Williams and K. T. Elliott, "Development of latent prints using titanium dioxide (TiO₂) in small particle reagent, white (SPR-W) on adhesives," *Journal of Forensic Identification*, Vol.55, No.3, pp.292-305, 2005.
- [12] N. N. Daeid, S. Carter, and K. Laing, "Comparison of vacuum metal deposition and powder suspension for the recovery of fingerprints on wetted nonporous surfaces," *Journal of Forensic Identification*, Vol.58, No.5, pp.600-613, 2008.
- [13] B. J. Jones, A. J. Reynolds, M. Richardson, and V. G. Sears, "Nano-scale composition of commercial white powders for development of latent fingerprints on adhesives," *Science and Justice*, Vol.50, No.5, pp.150-155, 2010.
- [14] W. C. Griffin, "Classification of Surface Active Agents by HLB," *Journal of the Society of Cosmetic Chemists*, Vol.1, pp.311-326, 1949.
- [15] W. C. Griffin, "Calculation of HLB values of Nonionic Surfactants," *Journal of the Society of Cosmetic Chemists*, Vol.5, pp.249-256, 1954.

저 자 소 개

김 선 민(Sun-Min Kim)

준회원



- 2013년 2월 : 대전대학교 응용화학(학사)
- 2014년 3월 ~ 현재 : 순천향대학교 법과학대학원(석사)

<관심분야> : 법과학

고 강 석(Gang-Seok Go)

준회원



- 2014년 2월 : 순천향대학교 경찰행정학과(학사)
- 2014년 3월 ~ 현재 : 순천향대학교 법과학대학원(석사)

<관심분야> : 법과학

이 슬 비(Seul-Bi Lee)

준회원



- 2014년 2월 : 목포대학교 화학(학사)
- 2014년 3월 ~ 현재 : 순천향대학교 법과학대학원(석사)

<관심분야> : 법과학

유 제 설(Je-Seol Yu)

정회원



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