

상이동 촉매 기법(phase transfer catalyst)을 이용한 rose bengal 시약의 최적 조성에 관한 연구

A Study on the Optimum Composition of Rose Bengal Reagent using Phase Transfer Catalyst

오수진, 차원진, 최다운, 홍성욱
순천향대학교 법과대학원

Soo-Jin Oh(tltlt1194@naver.com), Won-Jin Cha(20168322@sch.ac.kr)
Da-Woon Choi(koreassagajy@naver.com), Sung-Wook Hong(swhong524@naver.com)

요약

상이동 촉매기법을 기반으로 한 rose bengal 시약은 중성이나 염기성 용액에서 녹지 않는 난용성 염을 형성하는 칼슘을 타겟팅하는 시약으로, 물에 젖은 검체에서 잠재지문 현출시 효과적일 것으로 기대되어 최근 연구가 이루어지고 있다. 그러나 그 동안 선행연구에서는 rose bengal 시약으로 현출된 지문의 형광 특성을 관찰하지 않았을 뿐만 아니라 제시된 시약의 제조법 또한 최적 현출 조건인지 검토되지 않았다. 이에 본 연구는 rose bengal 염료의 최대방출형광을 바탕으로 rose bengal 염료와 상이동촉매제(Tetrabutylammonium)의 농도를 달리하여 최적의 시약 조성을 찾고자 하였다. 그 결과 rose bengal과 상이동촉매제의 농도가 각 0.01 M : 0.008 M일 때 가장 효과적인 것을 확인할 수 있었다.

■ 중심어 : | 로즈 벤갈 | 상이동 촉매 기법 | 상이동촉매제 |

Abstract

The rose bengal reagent, based on the phase transfer catalysis technique, is a calcium-targeting reagent that forms an insoluble salt that does not dissolve in a neutral or basic solution. It is expected to be effective in developing a latent fingerprint in a wet sample. However, many previous studies did not observe the fluorescence of the developed fingerprints, nor were the proposed methods of producing the reagents the optimal develop conditions. The aim of this study was to investigate the optimum reagent composition of rose bengal by varying the concentration of rose bengal dye and phase transfer catalyst based on maximum emission fluorescence of rose bengal. As a result, it was confirmed that rose bengal and surfactant concentration were the most effective when 0.01M: 0.008M, respectively.

■ keyword : | Rose Bengal | PTC | TBI |

I. 서론

지문은 사람의 신원을 확인하는 중요한 수단으로 사

용되어 왔다. 그러나 대부분의 지문은 눈에 보이지 않는 잠재지문 상태이기 때문에, 전문가들은 이를 가시화하기 위해 많은 노력을 기울여왔다. 법과학자들은 다공

접수일자 : 2018년 06월 08일
수정일자 : 2018년 06월 22일

심사완료일 : 2018년 06월 22일
교신저자 : 홍성욱, e-mail : swhong524@naver.com

성, 비다공성 및 만다공성 검체에 부착된 잠재지문을 현출하기 위해 많은 방법을 개발해 왔다.

범죄와 관련된 사람의 손가락 끝에는 땀샘 분비물, 피지선 분비물 및 경우에 따라서는 혈액이 부착되어 있을 수 있고, 이들이 부착될 때 압착지문도 만들어진다. 압착지문은 면에서는 빛이 난반사되는 특징이 있으므로 별도의 증강 과정 없이도 지문을 확인할 수 있다[1]. 손가락 끝에서 전이된 지문성분 중 땀샘 분비물은 1,8-diazfluoren-9-one, 1,2-indanedione 등으로, 피지선 분비물은 oil red O, Nile red 등으로, 혈액성분은 amido black, leuco crystal violet, Hugarian red 등으로 증강할 수 있다[2].

하지만 잠재지문이 남겨진 증거물이 빗물에 젖었거나 수중 속에서 발견될 경우 증거물이 물의 영향을 받아 검체에 부착되어 있던 지문 성분의 조성이 달라지기 때문에 기존의 마른 증거물에서 사용하던 방법을 그대로 사용할 수는 없다[3]. 따라서 물의 영향을 받은 검체에서 잠재지문을 현출하는 방법에 대한 연구가 이루어져 왔고, powder suspension method, cyanoacrylate fuming, 피지선 분비물 증강 시약 등 여러 기법이 사용되어 왔다[4-6]. 그 중 small particle reagent (SPR)는 물에 영향을 받은 검체에서 성공적으로 지문을 현출할 수 있다고 알려져 있다[7][8].

Phase transfer catalyst 기법을 이용한 rose bengal 시약(이하 RB시약으로 통칭한다)은 지문 성분 중 칼슘이온과 반응하는 시약이다. 칼슘이온은 중성이나 염기성 용액에서 난용성인 산화칼슘 또는 탄산칼슘을 형성하는데 이 염들이 용액 속에서도 잘 녹지 않고 존재함으로써 상이동촉매제인 tetrabutylammonium iodide (TBI)를 통해 염료와 착물을 형성하여 용전이 있던 부분에 색상을 나타내기 때문에[9] 물에 영향을 받은 검체에서 잠재지문을 현출하는데 적합하다. O. P. Jasuja는 0.01 M의 TBI 수용액과 0.01 M의 rose bengal 수용액을 1:1 비율로 섞어 제조하여 새로운 비율의 RB시약을 제시하였다. 그의 연구에서 제시된 RB시약은 테이프에서 잠재지문을 현출할 시 일반적으로 사용하는 gentian violet 시약과 alternate black powder보다 배경 염색이 적었다[10]. O. P. Jasuja의 후속 연구에서는 물

에 잠긴 다양한 비다공성 검체에 남겨진 피지선 분비물로 이루어진 지문이 물에 100 h 동안 잠긴 후에도 RB시약으로 잠재지문의 현출이 가능하였으나 현출된 지문을 형광으로 관찰하지 않았다[11].

Kapoor의 연구에 따르면 rose bengal의 형광은 535 nm에서 최대 방출 파장을 가지며 rose bengal의 농도와 상이동 촉매제의 농도에 영향을 받는다고 하였다[12]. 잠재지문 현출 후 형광 특성을 관찰하는 것이 중요한 이유는 현장에서 발견된 증거물에 대조비가 항상 좋을 것이라는 보장이 없기 때문이다. 현장에서는 사건에 따라 묻개진 지문이나 쪽지문이 발견 될 수 있다. 이때 배경이 복잡하거나 어두운 배경에서는 지문과 좋은 대조비를 형성하지 못해 관찰하는데 매우 어려움이 따른다. 따라서 물에 노출된 증거물에서 잠재지문을 현출하는데 효과적인 RB시약의 형광특성을 관찰하는데 최적의 조성을 알아보고자 한다.

Kapoor의 연구와 O. P. Jasuja의 RB시약을 기준으로 하여 RB시약으로 잠재지문을 현출 시 형광으로 관찰할 경우 최적의 조성을 알아보기 위해 rose bengal과 TBI의 농도와 비율을 달리하여 비교하였다. 또한 다양한 비다공성 검체에 사용가능한지 확인하고 물에 젖은 비다공성 검체에서 잠재지문을 현출하는데 대표적으로 사용되는 SPR 과 수정된 RB시약을 비교하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

실험에 사용한 상이동 촉매제와 염료는 O. P. Jasuja의 선행논문에서 사용한 재료와 같은 물농도를 가진 Acros organics(Switzerland)사의 Tetra butyl ammonium iodide, Junsei(Japan)사의 Rose bengal을 사용하였다[10][11]. 비교 시약들은 젖은 검체의 잠재지문 현출에 이용되는 SPR과 Wet powder를 사용하였다[7][8]. Small particle reagent는 Sirchie(USA)사의 제품인 SPR1001 dark SPR을 사용하였다. wet powder는 BVDA(USA)사의 제품 Wet powder black을 사용하였다. 실험에 사용한 검체들은 일상생활에서 마주칠 수 있

는 비다공성 검체인 유리, 플라스틱, 알루미늄, 테이프로 선정하였다. 슬라이드 글라스는 Marienfeld (Germany)사의 제품 Superior slide glass plain type을 사용하였다. PVC판은 Qtech(Korea)사의 제품 무정전 PVC 투명판을 사용하였다. 알루미늄 판은 Crenjoy (Korea)사의 제품 알루미늄판을 사용하였다. 박스테이프는 Printec (China)사의 제품 포장용 박스테이프 갈색(opp tape brown)을 사용하였다. 카메라 본체와 카메라 렌즈는 Nikon(Japan)사의 D5300, AF Micro 105 mm 1:2.8D 제품을 사용하였다. 광원은 Rofin(Australia)사의 Polilight PL500SC기기를 필터는 Poliview IV에 포함된 제품을 사용하였다.

2. 시약 제조 및 적용방법

O. P. Jasuja의 연구에 나타난 기존의 제조법이 rose bengal의 형광특성을 이용하여 촬영하는데 적합한지 알아보기 위하여 염료와 상이동 촉매제의 농도와 비율을 달리하여 실험하였다. RB시약의 최적 농도 탐색 실험에 사용된 시약의 조성은 rose bengal 수용액과 TBI 수용액을 [표 1]의 농도로 각각 제조하여 O. P. Jasuja의 연구에 기술된 1:1의 비율로 제조하였다.

표 1. rose bengal 수용액과 TBI 수용액의 농도 변화

No.	농도(M)
A	1×10^{-3}
B	1.25×10^{-3}
C	1.67×10^{-3}
D	2.5×10^{-3}
E	5×10^{-3}
F	10×10^{-3}
G	12.5×10^{-3}
H	16.7×10^{-3}
I	25×10^{-3}
J	50×10^{-3}
K	100×10^{-3}

RB시약의 rose bengal 수용액과 TBI수용액의 최적 비율 탐색 실험에 사용된 시약의 조성은 rose bengal 수용액과 TBI 수용액을 O. P. Jasuja의 연구에 기술된

0.01 M의 농도로 각각 제조하여 [표 2]의 비율로 각각 제조하였다.

표 2. 0.01 M의 TBI 수용액과 rose bengal 수용액의 비율 변화

No.	Rose bengal : TBI
(a)	1 : 0.1
(b)	1 : 0.2
(c)	1 : 0.4
(d)	1 : 0.6
(e)	1 : 0.8
(f)	1 : 1
(g)	0.8 : 1
(h)	0.6 : 1
(j)	0.4 : 1
(k)	0.2 : 1
(l)	0.1 : 1

본 연구에서는 선행논문에서 제시한 담금법, 스프레이법, 브러쉬법의 3가지 적용방법 중 시약의 효율을 최대한 높이기 위하여 담금법을 활용해 모든 RB시약을 적용할 때에는 지문이 유류된 검체를 RB시약에 10분 동안 담갔다 꺼낸 후 탈이온수로 헹궈주었다. Small particle reagent를 적용할 경우 지문이 유류된 검체에 Small particle reagent를 스프레이로 분사하고 10초 후 탈이온수로 헹궈주었다. Wet powder를 적용할 경우, Wet powder를 지문이 유류된 검체에 도포하고 10초 후 탈이온수로 헹궈주었다.

3. 지문 유류 방법

실험에 사용한 모든 지문은 지문의 균일성을 위해 지문 공여자를 한명으로 한정하였다. 공여자는 손은 비누로 깨끗이 씻은 후 휴지로 손의 물기를 제거하고, 정수리나 얼굴을 손으로 문지르게 하여 피지선 분비물이 묻은 지문을 검체에 유류하였다. 모든 지문을 유류할 때에는 지문을 검체에 대고 2 초간 눌러 유류하였다[11].

4. 사진 촬영 방법

백색광 촬영은 카메라를 M모드, ISO 200, 노출 값은 0, 노출 시간은 0.1초로 설정하여 촬영하였다. 형광 촬영은 암실에서 검체에 530 nm의 광원을 비추고 카메라

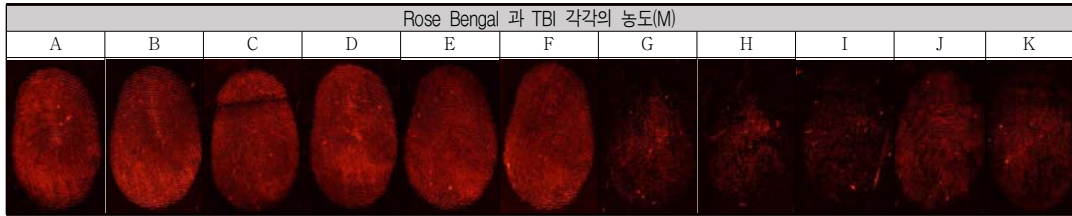


그림 1. [표 1]의 농도로 제조한 RB시약으로 현출한 사진

렌즈 앞에 610 nm필터를 댄 후 카메라를 M모드, ISO 200, 노출 값 -2, 노출 시간은 1.6초로 설정하여 촬영하였다. Rose bengal의 형광은 535 nm에서 최대 방출 파장을 가져 530 nm의 광원을 사용하였다[7]. 현출된 지문의 형광만을 투과시켜 촬영하기 위해 610 nm 롱 패스 필터를 사용하였다. ISO값이 높거나 낮아도 지문의 품질을 저하시키지 않으나 ISO값이 높으면 화소의 입자가 거칠어질 수 있어 ISO 200을 선택하였다[13]. 검체의 색상, 표면 재질 등을 고려해 노출 값과 노출시간을 지정하였다.

5. 현출한 지문의 평가 방법

현출된 지문의 점수는 용선의 양이 아닌 대조비의 수준을 알기 위해 arson의 연구를 참고하여 [표 3]에 따라 정하였다[14]. 본 연구 참여자를 제외한 법과학 분야에 1년 이상 종사한 연구자 20명이 참여하여 현출된 지문의 점수를 나타내었다.

표 3. 대조비에 따른 지문 평가 시스템[14]

Grade	Comments
0	배경과 지문 사이에 대조비가 관찰되지 않음
1	배경과 지문 사이에 대조비가 좋지 않다
2	배경과 지문 사이에 대조비가 보통이다
3	배경과 지문 사이에 대조비가 좋다
4	배경과 지문 사이에 대조비가 매우 좋다

III. 결과

1. RB시약의 최적 농도 탐색 실험

O. P. jasuja의 연구에 따르면 rose bengal 수용액과 TBI수용액의 몰농도를 각각 0.01 M로 제조하여 1:1의

비율로 섞어 RB시약을 제조하였다. 본 실험에서는 rose bengal수용액과 TBI수용액의 몰농도를 11가지[표 1]의 농도로 제조하여 슬라이드 글라스에 유류한 지문을 현출하고 형광으로 관찰하였을 때 최적의 농도를 확인하기 위해 비교하였다. 그 결과 0.01 M 이상의 농도로 제조된 RB시약은 지문 현출에 어려움이 있는 것으로 나타났다[그림 1].

0.001 M부터 0.01 M 사이의 농도를 가진 6가지 농도의 시약으로 연속적으로 유류한 10번째 지문을 현출하여 보았다. 연속적으로 유류된 지문을 현출한 결과 0.01 M보다 적은 농도의 시약은 몰농도가 작을수록 지문의 현출력이 떨어진다[그림 2]. 따라서 최적의 몰농도는 0.01 M이다.

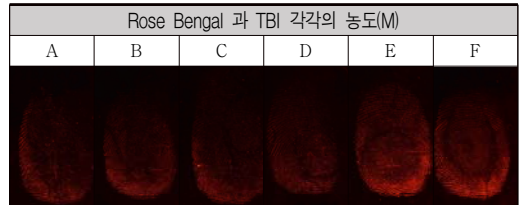


그림 2. 연속적으로 유류한 10번째 지문을 A~F의 농도로 제조한 RB시약을 이용하여 현출한 사진

표 4. [그림 2] 실험의 3회 반복실험을 평가한 평균값(셋째 자리에서 반올림)

No.	현출력 점수
A	1.04
B	1.09
C	1.22
D	1.6
E	2.2
F	2.78

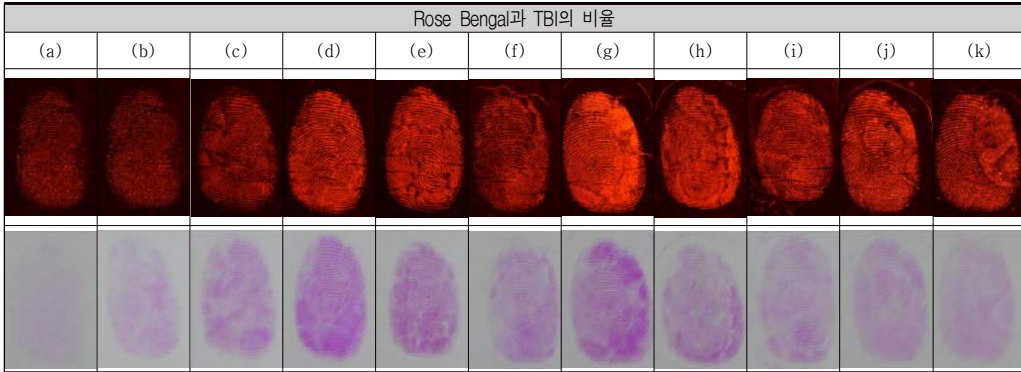


그림 4. [표 2]의 비율로 제조한 RB시약으로 현출한 사진

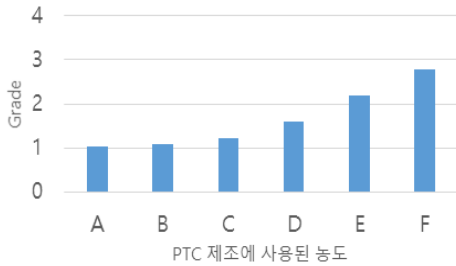


그림 3. [그림 2] 실험의 3회 반복실험을 평가한 평균값

2. RB시약의 rose bengal 수용액과 TBI수용액의 최적 비율 탐색 실험

RB시약을 이용하여 현출한 지문에서 백색광과 형광 관찰 시 rose bengal수용액과 TBI수용액의 최적의 물 농도가 O. P. Jasuja의 연구와 같은 것을 위 실험으로 확인하였다. 1:1 비율을 포함한 11가지 비율[표 2]로 첫 번째 유류한 지문을 각각 현출해보았다. 모든 실험은 3회 반복하였다. 그 결과 rose bengal수용액과 TBI수용액의 비율이 (d), (e), (f), (g), (h) 일 경우 백색광과 형광 관찰이 모두 가능하며 대조비가 높은 것을 확인하였다[그림 4].

선정된 5가지 비율 조건을((d), (e), (f), (g), (h)) 연속적으로 유류한 15번째 지문에 적용하여 현출한 결과 rose bengal수용액과 TBI수용액의 비율이 (g)일 경우 15번째 지문에서도 용선의 식별과 대조비가 가장 높은 것을 확인할 수 있었다[그림 5].

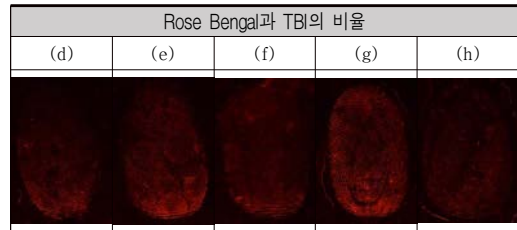


그림 5. 연속적으로 유류한 15번째 지문을 (d)~(h) 농도 비율로 제조한 RB시약을 이용하여 현출한 사진

표 5. [그림 5] 실험의 3회 반복실험을 평가한 평균값 (셋째자리에서 반올림)

No.	현출력 점수
(d)	2.38
(e)	2.71
(f)	2.47
(g)	3.9
(h)	2.2

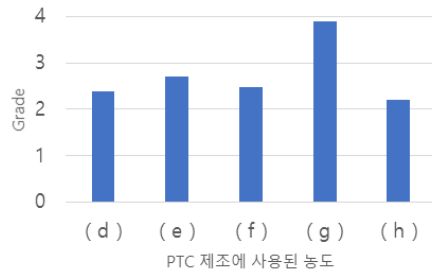


그림 6. [그림 5] 실험의 3회 반복실험을 평가한 평균값

3. 수정된 RB시약의 다양한 검체에 활용 가능성 위 두 가지 실험을 통해 RB시약의 잠재지문 현출 후

형광 관찰 시 최적의 조성을 알아보았다. 수정된 RB시약이 위 실험에 사용된 검체인 유리뿐만 아니라 알루미늄과 플라스틱, 테이프에도 사용가능한지 알아보기 위하여 실험을 진행하였다.

그 결과 검체마다 차이점이 나타났다. 유리에 비해 알루미늄과 플라스틱의 경우 염료가 쉽게 씻기지 않아 유류물이 많을 경우 과하게 염색되었다. 박스테이프도 마찬가지로 과한 염색으로 인해 형광 관찰이 어려웠지만 오렌지색 차폐필터를 제거하고 흡광을 이용하여 촬영한 결과 대조비가 상승하였다(그림 7).

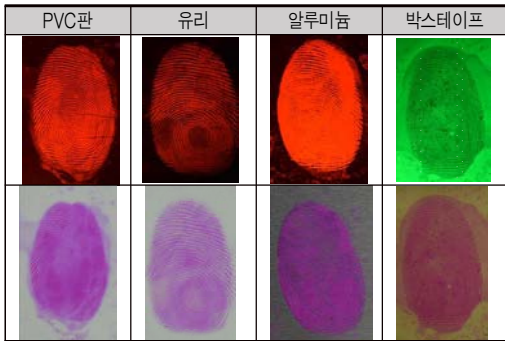


그림 7. [표 2]의 (g)의 농도비율로 제조한 RB시약을 이용하여 현출한 사진(상: 형광, 하: 백색광)

4. 물에 잠긴 검체를 대상으로 수정된 RB시약의 활용 가능성

물에 잠긴 검체에 수정된 RB시약이 효과적인지 알아보기 위해 지문이 유류된 검체를 4일과 7일 동안 물에 담근 후 꺼내어 수정된 RB시약과 SPR을 이용하여 지문을 현출하였다.

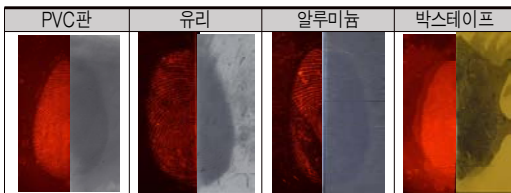


그림 8. 4일 동안 물에 잠긴 검체를 (g)의 농도비율[표 2]로 제조한 RB시약(좌)과 SPR(우)로 현출한 사진.

그 결과, 물에 4일 동안 담겼던 검체는 백색광으로 지

문을 관찰하기에는 대조비가 떨어지나 형광으로 관찰 시 SPR보다 훨씬 좋은 대조비를 볼 수 있었다(그림 8).

7일 동안 물에 담겼던 검체에서는 RB시약으로 현출하였을 때 형광으로 관찰 시 여전히 용선에 염색을 관찰할 수 있었다. 반면 SPR 적용 시 배경이 염색되며 선명한 용선의 염색을 관찰하기 어려웠다(그림 9).

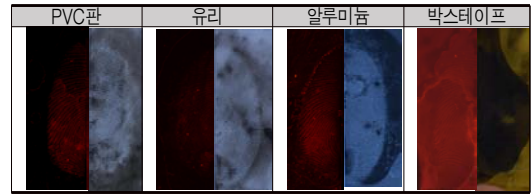


그림 9. 7일 동안 물에 잠긴 검체를 (g)의 농도비율[표 2]로 제조한 RB시약(좌)과 SPR(우)로 현출한 사진.

IV. 결론 및 고찰

본 실험은 PTC기법의 선행연구에서 다루지 않았던 rose bengal의 형광 특성을 이용하여 잠재지문의 현출을 관찰하기 위해 기존의 RB 시약을 기준으로 RB시약의 최적 농도를 알아보는 실험을 했으며, 찾아낸 최적의 농도로 다양한 검체와 물에 젖은 검체에 적용하여 SPR과 비교하였다.

O.P jasuja의 RB 시약은 상이동축매체를 이용하여 난용성 염과 염료가 착물을 형성하여 발색되는 현상을 이용하여 물에 젖은 검체에 유류된 잠재지문을 현출하기에 효과적인 시약으로 활용될 가능성을 제시하였다. 나아가 본 연구에서는 rose bengal 염료 자체가 형광 특성을 가지고 있다는 사실에 주목하고, 이를 활용하여 검체의 색상이 어둡거나 복잡한 배경을 가졌을 경우에도 잠재지문을 효과적으로 현출할 수 있다는 사실을 검증하였다.

연구 결과 rose bengal 염료의 농도는 0.01 M로 염료와 TBI의 농도가 너무 높을 때에는 서로 섞이지 않아 잠재지문을 현출하기 어렵고 농도가 너무 낮으면 잠재지문에 염색이 제대로 되지 않았다. O.P jasuja가 사용한 TBI와 rose bengal의 비율은 1:1 인 것에 반해 RB시약으로 현출하여 형광으로 관찰할 시에는 0.8 : 1 이

가장 효과적인 것으로 나타났다.

(g) 농도비율의 RB시약을 다양한 검체에 적용한 결과 PVC판과 알루미늄은 염료가 쉽게 착색되어 뭉치는 현상이 일어났다. RB시약의 적용시간을 조절하거나 염료의 농도를 줄이는 연구가 필요하다. 유리에 경우 검체에서 염료가 쉽게 씻기기 때문에 세척에 유의하여야 한다. 테이프의 경우 물에 노출되지 않았을 때에는 배경에도 염색이 쉽게 되기 때문에 형광으로 잠재지문과 배경과의 대조비를 높일 수 없었고 흡광을 이용하여 관찰이 가능하였다. 그러나 물에 잠겼던 테이프에서는 형광으로 충분히 잠재지문을 관찰할 수 있었으므로 상황에 맞는 촬영 방법을 권장한다.

본 연구에서는 최적의 시약 조성을 발견하였지만 RB 시약의 적용시간을 다양하게 적용하지 못한 한계가 있다. 추후 더 다양한 검체와 적용시간을 달리한 연구가 필요할 것으로 보인다. 또한 보편적으로 물에 젖은 검체의 지문을 현출하는데 사용되는 시약들과의 적용순서에 관한 추가 연구가 필요할 것으로 보인다.

참 고 문 헌

[1] M. J. Choi, W. S. Park, M. K. Kim, C. Jeon, and S. W. Park, "A study on oil-contaminated fingerprints developing," *Koanal*, Vol.23, No.1, pp.89-96, 2010.

[2] C. Champod, C. J. Lennard, P. Margot, and M. Stoilovic, *Fingerprints and Other Ridge Skin Impressions*, 1 edition, CRC Press, Boca Raton, FL, 2004.

[3] R. F. Becker, *The Underwater Crime Scene: Underwater Crime Investigative Techniques*, Charles C Thomas Pub Ltd, Springfield, Ill, 1995.

[4] S. M. Bleay and V. G. Sears, *Fingerprint Source Book: manual of development techniques*, GOV.UK., 2012.

[5] J. Salama, S. B. Aumeer-Donovan, C. J.

Lennard, and C. P. Roux, "Evaluation of the fingerprint reagent oil red O as a possible replacement for physical developer," *J. Forensic Identif*, Vol.58, No.2, pp.203-237, 2008.

[6] M. Trapecar, "Finger marks on glass and metal surfaces recovered from stagnant water," *Egypt. J. Forensic Sci.*, Vol.2, pp.48-53, 2012.

[7] R. Rohatgi and A. K. Kapoor, "Development of latent fingerprints on wet non-porous surfaces with SPR based on basic fuchsin dye," *Egypt. J. Forensic Sci.*, Vol.6, pp.79-184, 2016.

[8] R. S. Ramotowski, R. S. Ramotowski, H. C. Lee, and R. E. Gaensslen, *Lee and Gaensslen's advances in fingerprint technology*, 3rd ed., CRC Press, Boca Raton, FL, 2013.

[9] J. Kaur, G. S. Sodhi, and S. Nath, "The application of phase transfer catalysis to fingerprint detection," *Sci. Justice.*, Vol.36, pp.267-269, 1996.

[10] O. P. Jasuja, G. D. Singh, and G. S. Sodhi, "Development of Latent Fingerprints on the Sticky Side of Adhesive Tapes: Phase Transfer Catalyst-Based Formulation," *Can. Soc. Forensic Sci. J.*, Vol.40, pp.1-13, 2007.

[11] O. P. Jasuja, P. Kumar, and G. Singh, "Development of latent fingerprints on surfaces submerged in water: Optimization studies for phase transfer catalyst (PTC) based reagents," *Sci. Justice J. Forensic Sci.*, Vol.55, No.5, pp.335-342, 2015.

[12] R. C. Kapoor, M. K. Jain, and V. N. Mishra, "Fluorescence and absorption spectra of Rose-bengal dye in the presence of surfactants," *J. Lumin*, Vol.22, pp.429-439, 1981.

[13] Je-Seol Yu, So-Young Jeo, Kyu-Yeon Kim, Ji-Yeon Kim, Chae-Won Kim, and Jake Jang, "Estimation of Fingerprint Image Quality in Accordance with Photographing Conditions,"

The Korea Contents Society, Vol.17, No.6, pp.287-295, 2017.

- [14] J. Moore, S. Bleay, J. Deans, and N. NicDaeid, "Recovery of Fingerprints from Arson Scenes: part2-Fingerprints in Blood," Journal of Forensic Identification, pp.83-108, 2008.

홍성욱(Hong-Sung Wook) 정회원



- 1993년 2월 : 인하대학교 화학과 (이학박사)
- 2013년 9월 ~ 현재 : 순천향대학교 법과학대학원 교수

<관심분야> : 지문, 족적, 미세증거물

저자소개

오수진(Soo-Jin Oh) 정회원



- 2016년 2월 : 순천향대학교 법학과(법학사)
- 2018년 2월 : 순천향대학교 법과학대학원 법과학과 법과학전공

<관심분야> : 지문, 법과학, 현장감식

차원진(Won-Jin Cha) 준회원



- 2016년 2월 : 순천향대학교 기계공학과(공학사)
- 2017년 ~ 현재 : 순천향대학교 법과학대학원 법과학과 법과학전공

<관심분야> : 지문, 법과학, PTC

최다운(Da-Woon Choi) 준회원



- 2016년 2월 : 인하대학교 생명공학과(공학사)
- 2017년 ~ 현재 : 순천향대학교 법과학대학원 법과학과 법과학전공

<관심분야> : 지문, 법과학, PTC