—ノート—

追跡用蛍光試薬の開発

石綿鉄也^{*1}, 石澤不二雄^{*1}, 平澤 明^{*1}, 坂場由紀^{*1}, 谷田部拓司^{*2}

茨城県警察本部刑事部科学捜査研究所^{*1}, 茨城県警察本部刑事部捜査第三課^{*2}
〒310-8550 茨城県水戸市笠原町978番 6^{*1,*2}

Development of a New Tracking Fluorescent Reagent

Tetsuya Ishiwata^{*1}, Fujio Ishizawa^{*1}, Akira Hirasawa^{*1}, Yuki Sakaba^{*1} and Takuzi Yatabe^{*2}

*Forensic Science Laboratory^{*1} and 3RD Criminal Investigation Division^{*2}
Ibaraki Prefectural Police H.Q.,
978-6 Kasaharacho, Mito, Ibaraki 310-8550, Japan^{*1,*2}*

(Received 13 April 2007; accepted 18 June 2007)

A new tracking fluorescent reagent was developed by use of polyacrylate gel, named “*Aqua-chase*”. *Aqua-chase* consists of crosslinked polyacrylate polymers such as adhering agents and a water-soluble fluorescent reagent. As the result of walking experiments using shoes with tracking fluorescent reagents on the sole, *Aqua-chase* adhered on the paved road surface up to six times more than compared with the reagent using vaseline, used generally as an adhering agent. *Aqua-chase* was found to be a useful tracking fluorescent reagent.

Key words: Tracking fluorescent reagent, Polyacrylate gel

緒 言

多発する窃盗事件等において、被疑者の行動を把握するための方法の一つに、追跡用蛍光試薬の使用がある。追跡用蛍光試薬が有する機能として、粘着性を有し被疑者の靴や手袋等へ容易に付着すること、蛍光性を有し紫外線ランプ等により、現場で容易に付着の確認ができること、特異な成分を含有し機器分析等による確認ができること等があげられる。付着性に関しては、さらに、被疑者に付着した試薬が、移動経路にできるだけ長く転写し続けることも行動把握に重要である。また、犯行予測に基づくよう撃捜査においては、現場等に追跡用蛍光試薬を塗布しておくことにより、事件発生後容疑者の着

衣、靴等への付着の有無を確認することで、容疑の裏付けをすることも可能である。

これまで、粘着性を持たせるための物質として、ワセリンが主に使用されているが¹⁻³⁾、今回、より効果的な追跡用蛍光試薬の開発を試み、粘着物質として高分子吸収剤を用いたところ、良好な結果が得られたので報告する。

材料および方法

1. 試薬

粘着剤として用いた高分子吸収剤であるレオジック250Hおよびレオジック252Lは日本純薬（株）から入手した。蛍光試薬として用いたフルオレセイ

ンナトリウムは和光純薬工業（株）から、蛍光増白剤（4,4'-ビス（2-スルホナトスチリル）ビフェニル二ナトリウム）、ユウロピウム錯体（トリス（1,3-ジフェニル-1,3-プロパンジオナト）（1,10-フェナントロリン）ユウロピウム（Ⅲ））は東京化成（株）から購入した。セルロース粉末はメルク社製を、指紋検出用のセピア、白色および黒色の各粉末は科学装備研究所製を、ワセリンは健栄製薬（株）製を用いた。

2. 追跡用蛍光試薬の作製

追跡用蛍光試薬（以下、アクアチェイスと称する）は、次のように作製した。

(1) ゼリー状アクアチェイス

水100 ml に蛍光試薬（フルオレセインナトリウムまたは蛍光増白剤）40 mg を溶解し、これにレオジック 250H 20 g およびレオジック 252L 8 g を加え、良く混合する。こうして、ゼリー状のアクアチェイスができる（Fig. 1-A）。

(2) 粒状アクアチェイス

水100 ml に蛍光試薬40 mg を溶解し、これにセルロース粉末20 g を加え混合した。ロータリーエバポレーターで水分を除去して粉末状にし、蛍光粉末を

作成した。さらに、使用時に目立たなくするために指紋検出用のセピア粉末を適宜加え混合し、褐色になるよう調整した。また、指紋検出用の黒色および白色粉末を適宜混合し、グレーの粉末とした。そして、(1)で作製したゼリーを5 ml の注射筒に充填して押し出しながら大豆大の大きさに分け、その表面を上記で作製した粉末で覆ってゼリー表面の粘着性を適度に低下させた。こうして、粒状のアクアチェイスができる（Fig. 1-B）。

(3) 蛍光ワセリン

比較のため、倉田らの方法³⁾に準じてワセリンにユウロピウム錯体を1%の割合で混合したものを作製した。

3. 付着実験

2で作製したゼリー状および粒状の2種類のアクアチェイスおよび蛍光ワセリンをアスファルト舗装された道路上に散布または塗布し、それぞれを左右のスニーカーで踏んだ後歩き出し、付着させた追跡用蛍光試薬が何歩まで残るか、紫外線ランプを用いて確認を行った（Fig. 2）。

Fig. 1 Photographs of two kinds of *Aqua-chase*.

A: Jelly type, A': Jelly type under UV light, B: Pea type, B': Pea type under UV light

Fig. 2 Photograph of walking experiment.

結果と考察

従来、追跡用蛍光試薬としては古くからアントラセンを潤滑油等に混合したものが用いられてきたが、発ガン性等の問題からこれに代わる蛍光試薬の検討がなされるようになってきた¹⁻⁴⁾。これらの追跡用蛍光試薬では、蛍光試薬に粘着性を持たせるものとしてワセリン等が用いられているが¹⁻³⁾、粘着性を持たせる物質の検討はあまりなされていない。そこで我々は、高分子吸収剤が水を吸収して粘着性を持つことに着目し、追跡用蛍光試薬として使用できるかどうか検討した。

1. アクアチェイスの特徴

高分子吸収剤の成分はポリアクリル酸ナトリウムで、食品添加物、化粧品、医薬品、その他に凝集剤、増粘剤、粘着剤等として幅広く用いられている⁵⁾。種々のポリアクリル酸ナトリウムを用いて各種予備実験を行ったところ、今回使用した架橋型ポリアクリル酸ナトリウムのレオジック250Hおよび252Lの2種類を重量比5:2の割合で混合したものが本研究の目的に最も適していた。レオジック250Hおよび252Lの違いは、架橋の割合である⁵⁾。なお、無架橋タイプのポリアクリル酸ナトリウム数種類についても検討を行ったが、いずれも曳糸性が大きく、追跡用蛍光試薬には不適であった。

今回作製したゼリー状アクアチェイスは、保水性に優れており、固まりにくい特徴を持つ。固さも作製時に使用する水の量で自由に調節することができ、弾力性があり、粘着性も高く、靴底の溝に入りやすい。また、粒状アクアチェイスは、上記の特徴の他に、潰れたときに初めて粘着性を発揮するように表面の粘着性を抑えているため、そのままでは付着しにくく、散布する場合等の取扱いが容易である。なお、高分子吸収剤は水を吸収することから、蛍光試薬としては本実験で用いたフルオレセインナトリウムや蛍光増泊剤等水溶性のものが適しているが、水に不溶あるいは難溶の蛍光試薬や識別用試薬も分散混合することで使用が可能である。実際、レオジック250H、252Lおよび水の混合物にユウロピウム錯体を微量混合分散させると赤色の蛍光を持つアクアチェイスができる。

今回はゼリー表面の粘着性を抑える蛍光粉末を作

製したが、必ずしも蛍光粉末である必要はなく、使用場所にあわせて指紋検出用のセピア、黒色、白色粉末を適宜混合して使用することができる。なお、グレー粉末としてアルミニウム粉末があるが、この粉末は付着力が強く、アクアチェイスの表面に多量に付着するため、踏んだ直後はアクアチェイスがむき出しにならず、蛍光の確認が困難なことがある。従って、粘着性を抑える粉末としてアルミニウム粉末の使用は避けた方がよい。

2. 付着実験結果

アクアチェイスが追跡用蛍光試薬として使用できるかどうかを検討するため、靴底に付着させた試薬が歩行することにより路面に転写して紫外線ランプで確認できる歩数を計測、蛍光ワセリンを用いた時の歩数と比較した。結果をTable 1に示す。

Table 1 から明らかなように、蛍光ワセリンと比較してゼリー状アクアチェイスは6倍、粒状アクアチェイスは3倍の歩数まで確認でき、容疑者の追跡用蛍光試薬として優れていると考えられた。アクアチェイスおよび蛍光ワセリンは、双方とも路面への転写がしなくなった後でも、靴底の溝に付着したまま残存した。これを洗剤で落とすと、蛍光ワセリンは比較的簡単に取り除くことができたが、アクアチェイスは付着力が強く、溝に入り込んだものは容易に取り除くことができなかった。このことは、同一箇所が狙われる場合や、犯行予測に基づくよう撃捜査において、手摺り、雨樋、ベランダ等一定の場所に塗布して容疑者の体や靴底に付着させることにより、容疑者の行動確認にも利用できると考えられる。なお、ゼリー状アクアチェイスは多量塗布すると踏んだ時にガムを踏んだような違和感がある。一方、粒状アクアチェイスは一見、土の塊か砂利、ネズミなどの小動物の糞のように見え目立たず、踏ん

Table 1 Detection limits of three tracking fluorescent reagents under UV light.

Tracking fluorescent reagents	Detection limits/steps
<i>Aqua-chase</i> (Jelly type)	625
<i>Aqua-chase</i> (Pea type)	325
Fluorescent vaseline	115

だときの違和感もない。したがって、これらの2種類を使用場所、用途に応じて適宜使い分けることが効果的と考えられる。

なお、アクアチェイスは、捜査員が現場で迅速、簡単に作成できるように、(株)科学装備研究所の協力を得て、レオジック250H 20 g, レオジック252L 8 g, フルオレセインナトリウム40 mg および指紋検出用粉末を微量混合して、ふた付きのプラスチック瓶に詰めたキットを作成した。これに水100 mlを入れ、ふたをして攪はん棒等でよく混合することにより、簡単にアクアチェイスが作製できる。

まとめ

高分子吸収剤を用いた追跡用蛍光試薬を開発した(アクアチェイスと呼ぶ)。粘着性を持たせる高分子吸収剤として架橋型のポリアクリル酸ナトリウムを用い、蛍光試薬には水溶性の試薬を用いた。付着実験の結果、アクアチェイスはワセリンを粘着剤として用いた追跡用蛍光試薬の約6倍の歩数(距離)まで確認でき、アクアチェイスは追跡用蛍光試薬として有用であると考えられる。

謝 辞

本稿を終えるにあたり高分子吸収剤を提供、ま

た、種々のアドバイスを頂いた日本純薬(株)の芝田真友子氏、指紋検出の各種粉末を提供、また、アクアチェイスキットの作製にご協力を頂いた(株)科学装備研究所の松村浩一郎氏に謝意を表する。

文 献

- 1) Kurata, S. and Nagai, M.: High Sensitive and Prompt Discriminations of Luminescent Europium β -Diketones Using Electrospray Ionization Mass Spectrometry. *Chem. Lett.*, **12**, 1302-1303 (2001).
- 2) 倉田正治: 発光マーカーの発光剤の検討. 日本鑑識科学技術学会第8会学術集会. pp. 34 (2002).
- 3) 倉田正治: 発光マーカーの発光剤の検討(II). 日本法科学技術学会第12会学術集会. pp. 70 (2006).
- 4) Ohta, H., Suzuki, Y., Sugita, R., Kasamatsu, M., Marumo, Y. and Suzuki, S.: Evaluation of 5-(4-Nitrophenyl)-2,4-pentadien-1-al (NPPD) as a Tracer for Shadowing Pursuits. *J. Forensic Sci.*, **49**, 517-522 (2004).
- 5) 日本純薬株式会社: 製品一覧表. pp. 12-13 (2005).