

クラフトテープ及びポリ塩化ビニルテープの異同識別に  
おける放射光蛍光 X 線分析法による微量不純物分析の応用

Application of Trace Impurity Analysis with Synchrotron Radiation X-ray  
Fluorescence Spectrometry to Discrimination of Kraft Tapes  
And Polyvinylchloride Adhesive Tapes

森田 敦  
Atsushi Morita

佐賀県警察本部科学捜査研究所  
Forensic Science Laboratory, Saga Prefectural Police H. Q.

## 1. 概要

犯罪で使用された粘着テープ等の遺留物と被疑者との結びつきを明らかにするために、放射光蛍光 X 線分析によりクラフトテープ及びポリ塩化ビニルテープ中の含有微量元素を分析した。クラフトテープからは、5 つのテープのいずれからも異同識別に有効な微量元素が検出されず、グループ分けを行うことができなかった。一方、ポリ塩化ビニルテープからは、微量元素としては、Zn, Br, Sr, Zr, Nb が検出され、その種類及び含有量を識別指標とすると、7 つのテープを 6 つのグループに分類することができた。

### (English)

In order to clarify the relationship between evidence such as adhesive tapes used for a crime and a suspect, the trace elemental components of kraft tapes and polyvinylchloride adhesive tapes were analyzed by synchrotron radiation X-ray fluorescence spectrometry. No trace elements effective for discrimination were detected in kraft tapes, and five tape samples were not classified. On the other hand, several trace elements such as Zn, Br, Sr, Zr and Nb were detected in polyvinylchloride adhesive tapes, and seven tape samples were classified into six groups according to type and content of these elements.

## 2. 背景と研究目的：

クラフトテープ、ポリ塩化ビニルテープ等の粘着テープは、身体及び手足の拘束や梱包など、殺人・強盗等様々な犯罪に用いられるため、犯罪捜査において重要な証拠資料となることが多い。一方、粘着テープは粘着剤と支持体で構成されており、支持体が紙であるクラフトテープ及び支持体がポリ塩化ビニルであるポリ塩化ビニルテープは、外見的特徴が少なく、粘着成分に注目したもの以外の異同識別(試料 1 と試料 2 が同じものであるか否かを判断すること)についての報告はほとんどない。そのため、犯罪に使用される各種工業製品の中でも異同識別が困難なものの一つである。

一方、放射光蛍光 X 線分析により測定した含有微量元素を指標とした工業製品の異同識別は、板ガラス、車両用ガラス、ポリエステル繊維片等で成果を上げているが、実験室レベルの機器では異同識別が困難なクラフトテープ及びポリ塩化ビニルテープについては検討がされていない。

本研究では、放射光蛍光 X 線分析によりクラフトテープ及びポリ塩化ビニルテープに含有する微量元素を測定し、試料間での比較を行うことで、これらのテープの異同識別における含有微量元素の

有効性を調査する。

### 3. 実験内容

#### 試料

(1)クラフトテープ：佐賀県内のホームセンターで購入した幅 50mm, 茶色のクラフトテープ 5 個を用いた。なお、各テープにつき 1 試料を分析に使用した。

(2)ポリ塩化ビニルテープ：佐賀県内のホームセンターまたはインターネットを通じて購入した幅 19mm, 白色のポリ塩化ビニルテープ 7 個を用いた。内訳を Table 1 に示す。なお、各テープにつき異なる箇所から採取した 5 試料を分析に使用した。

#### 蛍光 X 線分析

測定は SAGA-LS の BL07 にて行った。光源からの白色 X 線をモノクロメーターで 30kV に単色化した後に、試料に照射し、試料から発生した蛍光 X 線の測定には、入射光に対して 90°に配置されたシリコンドラフト型検出器を用いた。測定は全て大気中で行い、測定時間は 1 試料あたり 600 秒とした。試料は 10mm×10 mm に切断した後、X 線がテープの支持体面側にあたる様にポリプロピレンシートに貼り付けた。これを、中心に円形の穴が開いたアクリル製試料ホルダーに固定し、測定に用いた。

Table 1 Polyvinylchloride adhesive tapes used for the experiments

Sample Number	Manufacture
1	A
2	B
3	C
4	D
5	E
6	F
7	G

### 4. 実験結果

(1)クラフトテープ：5 つのテープのいずれからも数種類の微量元素が検出されたが、その種類及び量に試料間で差異が見られず、グループ分けを行うことができなかった。

(2)ポリ塩化ビニルテープ：Table 2 に、各試料の分析結果を示す。いずれの試料からも顔料由来と推定される Ti が検出されており、Zn 等の元素も微量検出された。検出された微量元素の種類で試料によっては識別が可能であり、その種類で試料を分類すると、試料 1, 4, 5, 2, 7, 3, 6 の 4 つのグループに分類分けされた。

Table 2 Analytical results for polyvinylchloride adhesive tapes samples

Sample Number	Detected Elements					
	Ti	Zn	Br	Sr	Zr	Nb
1	○ <sup>a</sup>	○	- <sup>b</sup>	○	-	○
2	○	○	○	-	-	-
3	○	○	-	-	-	○
4	○	○	-	○	-	○
5	○	○	-	○	-	○
6	○	○	-	-	○	-
7	○	○	○	-	-	-

<sup>a</sup> Detected, <sup>b</sup> Not detected

次に、検出された各元素の K $\alpha$ 線のピーク

高さを TiK $\alpha$ 線のピーク高さで除して規格化した値(規格化 X 線強度)を定量値の代替指標に使用し、同一グループ内のさらなる分類を行った。試料 1, 4, 5 及び試料 2, 7 から得られた蛍光 X 線スペクトルから規格化 X 線強度を算出した結果を Fig.1(a)及び(b)に示す。図中の縦線の長さは 5 回繰り返し測定で得られた規格化強度の平均値及び $\pm$ SD にあたる幅に該当する。なお、試料間の異同識別の可否については、笠松らの報告<sup>1)</sup>に基づいて判別した。試料 1, 4, 5 については、ZnK $\alpha$ /TiK $\alpha$ 及の値はいずれの試料間でも分離しており、また、NbK $\alpha$ /TiK $\alpha$  の値は試料 1, 5 と 4 の間で分離しているため、試料 1, 4, 5 は全て分類分けされ、明確に識別することができた。一方、試料 2, 7 については、ZnK $\alpha$ /TiK $\alpha$ 及び BrK $\alpha$ /TiK $\alpha$ の値は共に重なりあっているため、これ以上の分類分けはできなかった。

以上の結果より、放射光蛍光 X 線分析により測定した含有微量元素を識別指標とすることで、7 種類の試料を 6 つのグループに分類可能であり、本法は白色ポリ塩化ビニルテープの異同識別に有効であることが示された。

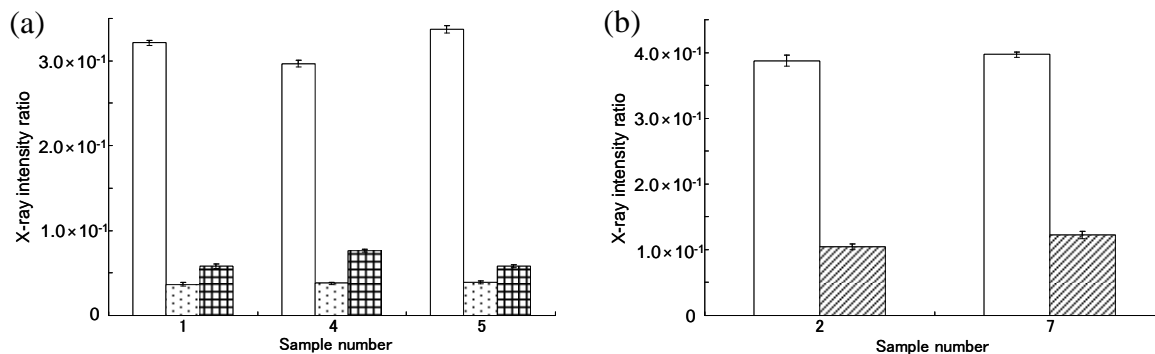


Fig.1 Analytical results for polyvinylchloride adhesive tapes samples

ZnKα/TiKα (□), SrKα/TiKα (◻), NbKα/TiKα (▣), BrKα/TiKα (▨).

## 5. 今後の課題

今回使用した試料に対して、ポリ塩化ビニルテープの異同識別に従来用いられてきた赤外吸収分光光度法による粘着成分の分析を行い、本法の異同識別結果と比較を行うとともに、本法により同製造ロットまたは異なる製造ロットの粘着テープを分析することで、遺留物からのメーカー特定の可能性についても検討する予定である。

## 6. 論文発表状況・特許状況

無し

## 7. 参考文献

1) 笠松正昭ら：放射光蛍光 X 線分析法及び誘導結合プラズマ発光分光分析法によるアルミ箔の分析と法科学的異同識別への応用．分析化学, 59, 537-541

## 8. キーワード

- ・放射光蛍光 X 線分析
- ・微量元素分析
- ・ポリ塩化ビニルテープ