

生体（毛髪）

桑山 健次

1 はじめに

毛髪とは、人の体毛の総称であり、いわゆる髪の毛（頭毛）に限った意味の用語ではない。分析試料としての毛髪の実取方法は、対象とする毛髪の種類や分析の目的により異なる。本稿では、毛髪の種類として、生きている人から採取した頭毛を、分析の目的として、薬物実取の証明や薬物実取履歴の把握を行うための毛髪中薬物分析を中心に、その実取方法や注意点について解説する。

2 毛髪の基本知識

2.1 毛髪の実造と機能

毛髪は、真皮の深い位置から生えており、その根元にある毛乳頭は、皮下組織の毛細血管とつながっている（図1）。毛乳頭周辺に多数存在する毛母細胞が、その周囲のメラノサイトから産生されるメラニンや血液中の成分を取り込みながら、次々と角化し、表皮の方向に押し上げられていくことで、毛髪は成長する。

毛髪の実成長速度は、生えている部位にかかわらず、1本ごとに異なるが、平均すると1か月に1cm程度であり、年齢とともに遅くなる傾向がある。頭毛の場合、頭頂部と後頭部との間の部位が、毛髪間での成長速度のばらつきが比較的小さいといわれている。

1本の毛髪の実一生は、成長期、退行期及び休止期に分けられる（図2）。発毛から数年の成長期の間、毛細血管を介して血液中の栄養成分が毛母細胞に供給され、毛髪は成長を続ける。数週間の退行期に入ると、毛球が萎縮して血管から離れ、毛髪の実成長は停止する。その後、数か月の休止期の間、毛髪は頭皮に留まり、やがて脱毛する。したがって、1本の毛髪の実寿命は数年であるといわれている。しかし、10年以上髪を切らず、髪の実長さが数mに達したという人もいる。

頭毛は、頭皮に10万本程度生えており、毛髪1本ごとに独立した周期で成長しているため、一時点で見ると、頭毛全体の85%程度が成長期の状態にある。頭毛以外の体毛（陰毛、腋毛など）は、休止期の毛髪の実割合

Proper Methods for Treatment and Handling of Real Samples
—Appropriate Sample Preparations for Hair Analysis.

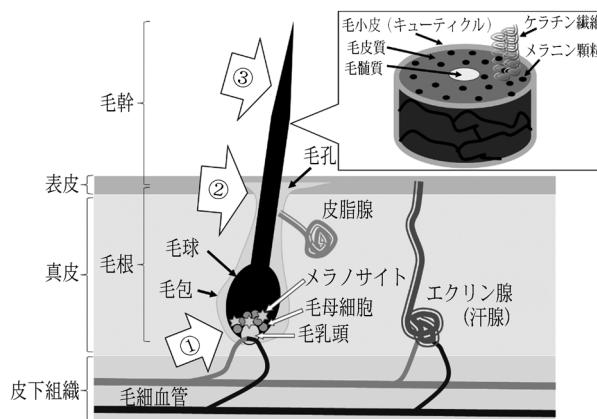


図1 毛髪の実基本実造

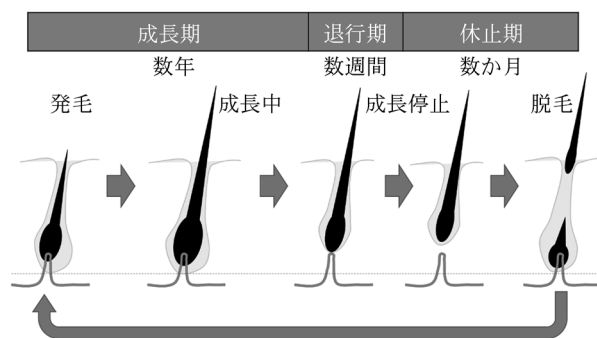


図2 ヘアサイクル

が多い。毛髪の実太さは、性別、年齢、人種などによる違いがあるが、日本人の平均は80μm程度であり、毛幹全長にわたってほぼ一定の太さを保っている。太さのピークは10歳代~30歳代頃で、それ以降は細くなる傾向がある。

毛髪の実横断面を見ると、ほぼ円形であり、毛小皮（キューティクルともいう）、毛皮質及び毛髄質の3層の実基本実造から実構成される（図1）。表層部のキューティクルは、薄い層が鱗状に重なり合い、毛皮質の繊維状実構造を支えている。毛髪の実大部分を占める中間層の毛皮質は、タンパク質ケラチンが繊維状に並んでおり、この実構造が髪質に大きく関わっている。また、点^か在する色素メラニンが紫外線から髪を保護している。メラニンには、黒色のユーメラニンと黄色~赤色のフェオメラニンが

り、メラニンの種類と量が毛髪の色を決定する。日本人の頭毛にはユーメラニンが多く含まれ、これが減ることによって白髪になる。中心部の毛髄質は、空胞の塊であり、毛幹全長にわたって連続的又は断続的に存在する毛髪もあれば、無髄の毛髪もある。その機能の詳細は不明であるが、緩衝スペースや断熱の役割があると考えられている。

2.2 毛髪への薬物の取り込み

毛髪への薬物取り込みメカニズムは詳細には解明されていないが、主要な取込み経路は三つある(図1, 矢印①～③)。①は毛細血管を介して血中の薬物が毛母細胞に取り込まれる経路, ②は皮膚に分泌された皮脂や汗中の薬物が毛根部付近から浸み込む経路, ③は外部に露出している毛幹表面に薬物が付着して浸み込む経路である。毛髪の構成成分の3%程度を占めるメラニンは、薬物の取り込みに大きく関与しており、特に黒色のユーメラニンと塩基性化合物との親和性が強いので、中性・酸性化合物よりも塩基性化合物、白髪よりも黒髪、欧米人よりもアジア人の方が毛髪内に薬物を多く取り込む傾向がある。

分析試料として毛髪を用いて薬物の摂取証明や摂取時期推定を行う場合、薬物が体内に入った(血管内を通った)後に毛髪に取り込まれたことを示すことが重要である。①の経路による取り込みは、退行期や休止期の毛髪ではほとんど起こらないことから、成長期の毛髪を用いて薬物検査を行うのが基本である。

3 毛髪の取扱方法

毛髪中薬物分析法の一般的な手順は、毛髪の採取、外觀検査、分画、洗浄、薬物抽出及び機器分析から成り、分画及び洗浄は、尿や血液などの液体試料にはない毛髪特有の前処理工程である。

3.1 採取

3.1.1 一般的な採取方法

表1のように、採取方法の違いにより毛髪を切断毛、抜去毛及び自然脱落毛に分類できる。

切断毛は、できるだけ毛幹全長を採取できるように、頭皮に近い位置をハサミで切断する。被採取者自身で毛髪を切断することは難しいので、被採取者とは別に採取者が必要になる。複数本同時に切断してもよいが、被採取者の髪型への影響に配慮し、採取部位を変えながら数本ずつ採取する。切断時に痛みを伴わないため、被採取者が許す範囲で大量の毛髪を採取できるが、被採取者は長時間拘束されることになる。切断毛を観察しても成長期の毛髪と休止期の毛髪の区別はできない。

抜去毛は、頭皮に近い位置で毛髪1本を手で掴み、引っ張る。複数本の毛髪を同時に抜こうとしてはいけない。先端が硬い毛抜きピンセットなどは、毛幹が傷付き

表1 採取方法の違いによる毛髪の種類

	切断毛	抜去毛	自然脱落毛
採取方法	頭皮に近い位置で毛幹をハサミで切断	毛幹を引っ張り、毛根から抜く	ブラッシングや洗髪で抜けた毛を回収
採取可能な本数	数十本以上	数本が限度	数本～数十本
被採取者の負担	<ul style="list-style-type: none"> 大量採取の場合は、長時間拘束される 自己採取は困難 	<ul style="list-style-type: none"> 痛みを伴う 自己採取は可能 	洗髪の場合は、時間と手間がかかる
ヘアサイクル	判別不能	痛みを伴って抜けると、成長期の可能性大	休止期の可能性大
薬物検査への適用	薬物摂取から1か月以上経過後、100本程度採取	薬物摂取直後から採取可能(1本の毛髪から薬物を検出できる場合に限る)	薬物を取り込んでいない可能性が高いため、薬物検査には不適

やすいので極力使用しない。抜去時に痛みを伴うため、1日数本の採取が限度である。被採取者自身による抜去も可能であるが、採取する毛髪を選択する際に、毛髪の太さや色の確認が不十分であるので、被採取者とは別に採取者又は立会人がいたほうがよい。痛みを伴わずに簡単に抜けた毛髪(抜去時の感触や被採取者の感覚により判断)は、休止期の毛髪の可能性が高いので除外し、再度別の毛髪を抜去する。抜去毛を詳細に分析したときに、それが休止期の毛髪であったり、毛根部の途中で切れていたりすることが発覚する場合もあるので、1本～2本は多めに抜去したほうがよい。毛根部の形態を詳しく観察することで成長期の毛髪と休止期の毛髪を区別できる場合があるが、採取時に目視で簡単に区別できるものではない。

自然脱落毛は、数本であれば、髪をブラッシングすることで採取できる。より多くの本数が必要であれば、洗髪した際に抜けた毛を水切りネットなどに溜めて回収する。自然脱落毛は、痛みを伴わずに抜けるので、休止期の毛髪である可能性が高い。

分析の目的や必要な本数によって、採取方法を選択するが、いずれの毛髪にしても、被採取者の協力が不可欠である。医師、美容師、理容師などの免許がなくても、同意を得た人の毛髪を分析試料として採取できるが、倫理面に配慮し、各施設の指針などに基づき、適切な手続きを経た上で採取しなければならない。

3.1.2 薬物検査における採取

毛髪内に取り込まれた微量の薬物を検出するためには、できるだけ多く毛髪が必要となる。したがって、通常は100本程度の切断毛の提供を依頼し、そのうちの85%程度が成長期の毛髪であると見積もった上で薬物検査に用いる。頭頂部と後頭部間の毛髪を中心に、できるだけ太くて長い黒色の毛髪を選択し、複数箇所から数本ずつ採取する。予想される薬物の摂取時期を考慮し、毛髪の採取時期を調整する。頭毛は、頭皮の中に5

mm 程度埋まっている。また、ハサミで切断する際は、頭皮に傷つけないように、頭皮より数 mm 上の位置で毛幹部を切断する。つまり、毛根側 1 cm 程度は頭皮に残る。毛髪の成長速度を 1 か月に 1 cm と見積もると、薬物摂取日から 1 か月以上待ってから切断しなければ、血液を介して取り込まれた薬物を含有する毛髪は採取できない。

最近の分析技術の高度化により、薬物の種類によっては、1 本の毛髪からの検出も可能な場合があり、拔去毛が利用されることもある。毛根末端を含んだ成長期の毛髪であれば、摂取直後の薬物も検出できる可能性がある。自然脱落毛は、休止期の毛髪の可能性が高く、直近に摂取した薬物を取り込んでいないことが予想されるため、薬物検査には通常使用されない。

3・2 保管

毛髪は、血液、尿などに比べて腐敗や変質が少ないが、不適切な保管により、徐々に構造の破壊や成分の分解が起これると考えられる。熱、水、紫外線などの影響を避けるため、高温多湿を避け、室温下、暗所で保管する。濡れている場合は必ず乾燥させる。急激な温度変化により、空気中の水分が毛髪に付着して膨潤し、毛髪の構造の変化、含有する成分の分解や流出などが起こりやすくなるため、冷蔵や冷凍での保管は推奨されない。

本数管理を必要としない大量の毛髪を保管する場合は、出し入れの操作性や毛髪の視認性の観点から、白色紙に包むのがよい。プラスチック製の容器は静電気の影響を受け、出し入れしにくく、アルミ箔は毛髪の視認性が悪い。毛髪を束にして切断した場合は、その状態を保ち、成長方向が分かるようにして白色紙に包む。また、採取した毛髪に関する情報（被採取者、毛髪の種類、採

取部位、採取方法、採取年月日時など）を詳しく記録し、毛髪とともに保管する。

本数管理の場合は、毛髪を 1 本ずつ視認できるように保管する。その一例を図 3 に示す。あらかじめ被採取者、毛髪の種類などの記入欄を設けた様式を作成し、A4 サイズの普通紙に印刷して台紙とする。必要事項を記入した後、番号順に毛根側末端を揃えて毛髪を 1 本ずつ貼り付ける（成長方向の確認方法は 3・4 参照）。細く切った透明な付箋などの粘着力が弱いテープを用いて毛幹部を数 cm 間隔で固定する。粘着力が強すぎるテープで固定すると、剥がす際に毛髪を傷つけたり、粘着剤が毛髪に残ったりする可能性がある。毛根部は脆く、皮膚由来成分が付着している場合もあるため、毛幹部のみ粘着テープで固定する。長い毛髪であっても、大きいサイズの台紙を使用せず、緩やかに折り返して貼り付ける。毛髪を貼り付けた台紙を無色透明なクリアファイルで挟み、無色透明な袋に入れて密封し、室温下、暗所で保管する。台紙のサイズを A4 に限定し、無色透明なクリアファイルと袋に入れる理由は、袋を開封しなくても、台紙に記載された内容や毛髪の状態を確認でき、その全体像を撮影した写真 1 枚に全ての情報を収めることができるためである。

なお、分析の目的が毛髪の形態学的検査であれば、できる限り粘着テープで固定しない方がよいと考えられる。

3・3 薬物検査のための外観検査

基本的には、前述のように台紙に 1 本ずつ貼付され、袋内に密封された毛髪を検査する。写真撮影後、袋の上から、毛髪の長さを cm 単位で 1 本ずつ測る。大きく曲がった状態で貼付されている毛髪については、曲線計（マップメーターなど）を利用する。次に、毛髪表面

被採取者の氏名を記載する。()の毛髪	
番号	毛根側
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

細く切った透明な付箋等(強力な粘着テープは不可)で貼り付ける。

長い場合は、折り返す。

- この様式をA4サイズの普通紙に印刷し、台紙とする。
- 台紙の上部及び下部に必要事項を記入する。
- 毛髪を1本ずつ貼り付ける。
- 無色透明なクリアファイルに挟む。
- さらに、無色透明な袋に入れて密封する。

毛髪の種類：頭毛 / 腋毛 / 陰毛 / その他 ()

採取部位：前頭部 / 頭頂部 / 後頭部 / 右側頭部 / 左側頭部 / その他 ()

採取方法：切断 / 抜去 / その他 ()

採取年月日時： 年 月 日 時 分 頃

採取者 氏名 _____ 印

図 3 毛髪の貼付様式

を目視で観察し、色、太さ、傷み具合などを確認し、記録する。薬物が取り込まれにくい白髪、薬物の分解や流出の可能性が高いと考えられる極端に細い毛髪、染色・脱色されている毛髪、傷みの激しい毛髪などは、できる限り分析試料から除外する。

3・4 分画

3・4・1 成長方向の判別

切断毛の毛髪表面を目視や低倍率の顕微鏡で観察しても、キューティクルの詳細な構造は確認できず、毛根側がどちらか判別できない。器具を使わずに毛髪の成長方向を確認する方法を図4に示す。毛髪1本を手のひらに乗せ、もう片方の手の指で毛髪の上を軽くなぞる。キューティクルは、毛先方向に突き出た鱗状に並んでいるため、毛根側になぞると、指がキューティクルの溝に引っ掛かり、毛髪が動きやすい。つまり、毛髪が動きやすい方向が毛根側であると判別できる。毛髪を素手で触れたくない場合は、紙と綿棒などの器具を用いて同様の作業を行う。グリップ力が強い手袋では、判別しにくい。

成長方向が記載された台紙に貼付された毛髪であっても、検査者自身が毛髪の成長方向を1本ずつ確認した後、分析に使用する。他人が台紙に貼り付けた場合、方向が間違っている可能性もある。

3・4・2 薬物摂取時期推定のための分画

摂取した薬物の一部は、血液（更に一部は皮脂や汗）

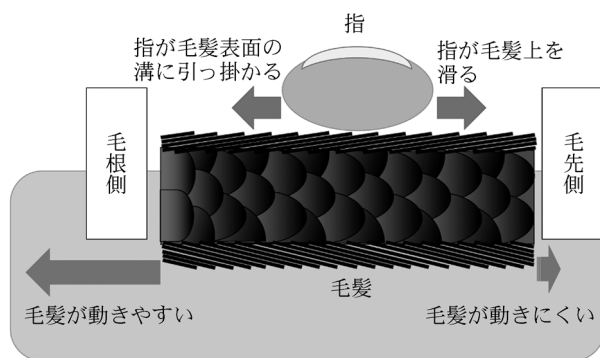


図4 毛髪の成長方向の確認方法

を介して毛根側に取り込まれ、毛髪の成長速度に従って薬物の存在領域は毛先側に移動する。その現象に基づき、毛髪内の薬物の存在領域と毛髪の成長速度から薬物の摂取時期を推定できる。したがって、一定量の長い毛髪全体を分析に使用するのではなく、複数本の毛髪を毛根側末端の位置で揃えて適切な長さに分画し、同一画分の一定本数分をひとまとめにして分析するのが基本である（図5）。薬物の摂取が予想される時期と毛髪採取日との間の日数、毛髪の平均的な成長速度、更に切断毛の場合は、頭皮に残った毛髪の長さも考慮して画分の長さを決定する。通常は、数cm間隔で分画するが、毛髪の成長速度は1本ごとに異なり、複数本をひとまとめにすると、各毛髪の薬物分布が平均化されるので、数か月単位での大まかな摂取時期の推定しかできない。また、必要以上に短い間隔で分画すると、薬物存在領域が複数の画分に分散し、各画分中の薬物の絶対量が低下する。逆に、間隔が長すぎると、薬物が存在しない領域の割合が増加し、夾雑物の影響を受けやすくなる。いずれの場合も薬物検出を困難にさせるため、薬物分布を予測し、適切な長さの画分に調節することが重要である。

なお、頭毛以外の体毛（陰毛、腋毛など）は、休止期の毛髪の割合が多いため、薬物摂取時期の推定には通常使用されない。

3・4・3 分画方法

1本の毛髪を取り、成長方向を確認した後、方眼紙上に3cm程度の間隔で両面粘着テープを貼付し、その上に毛髪を直線状に貼り付ける。毛髪の全長を粘着テープで固定しないのは、粘着剤による毛髪の汚染を最小限にするためである。毛根側末端から設定した画分の長さの位置でカッターを用いて毛髪を切断する。各画分の毛髪を入れる容器は、あらかじめ風袋を測定し、記録しておく。毛髪断片を2mLマイクロチューブに回収する場合は、その高さよりも短く切断した後（1.5cm程度）、マイクロチューブに移す。同様に、次の画分の毛髪を切断し、別の容器に移す。この操作を毛先まで繰り返す。別の毛髪についても1本ずつ同様の操作を行い、一定本数を処理したら、重量を確認する。複数本の毛髪や複数

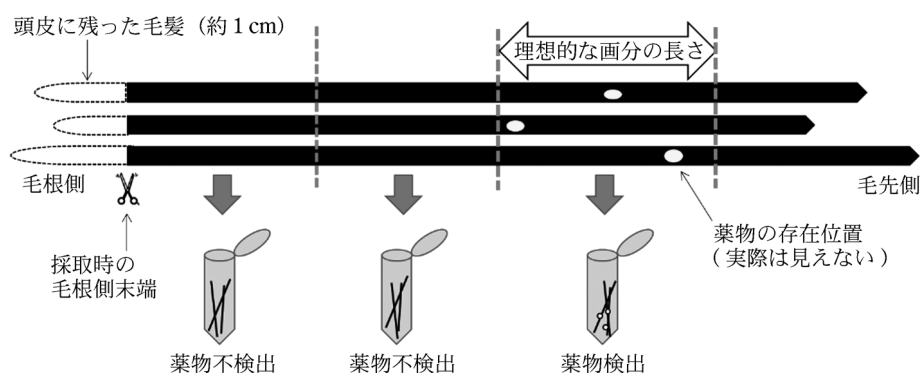


図5 毛髪に分画

の画分を同時に切断すると、毛髪断片の紛失に気づかなかつたり、別の画分の毛髪が混ざったりする可能性があるため、1本の毛髪の1画分ずつ処理すべきである。

3.5 秤量

分析に使用する毛髪量は、分析装置の感度などにもよるが、一般的には数 mg～50 mg である。10 cm の毛髪1本の重量は1 mg 程度であるので、毛髪の長さ和本数からおよその重量を見積もることができる。毛髪は静電気を帯びやすいので、除電装置を併用して秤量^{ひょうりょう}するが、それでも微細化された毛髪を扱う場合は、静電気の影響を受けて飛散し、周囲を汚染したり、毛髪断片を紛失したりしやすくなる。したがって、細かく切断した毛髪を一定の試料量になるように正確に測り取るよりも、それに近い量になるように、あらかじめ 1.5 cm 程度に断片化した毛髪の長さ和本数で調節したほうが手際よく作業ができる。ただし、均質化や薬物抽出効率の向上のために微細化した毛髪を秤量する場合は、煩雑な作業をせざるを得ない。

3.6 薬物検査のための洗浄

3.6.1 汚染源と汚染対策

分析対象物が存在する部屋の環境中(空気中や物体上)には、微量の分析対象物が存在し、直接又は二次的に毛髪に付着する可能性がある。分析対象物が高濃度に存在する環境に長時間曝露された場合、日常的な洗髪や分析前の毛髪表面の洗浄では分析対象物を除去できないこともある。毛髪の採取後、分析までの間の汚染については、以下のような対策を取るべきである。

- 分析対象物を扱う実験室と毛髪を扱う実験室を分離する。
- 互いの実験室への行き来を最小限にする。
- 入室時に手洗いをを行い、専用の着衣に着替える。

このような対策をしても、ブランク試料から分析対象物が検出されることがある。分析装置が高感度化するほど、この状況を避けられない。そこで、使用する分析装置における分析対象物のバックグラウンドレベルを把握し、カットオフ値を設定することが推奨される。

3.6.2 洗浄方法

洗浄の目的は、表面に付着しているかもしれない分析対象物の除去と、分析の妨害になり得る汚れやヘアケア製品由来成分の除去である。水溶性成分と脂溶性成分が共存するため、一般的な洗浄方法は、水、有機溶媒など複数の溶媒を組み合わせて数回超音波洗浄する方法である。ただし、強力な洗浄を行うと、毛髪の構造を破壊したり、内部に含有する分析対象物まで流出されたりする可能性がある。つまり、洗浄と薬物抽出はトレードオフであり、完璧な洗浄方法は存在しない。

薬物検査では、薬物が外部から付着した可能性をでき

るだけ排除するため、薬物抽出前の毛髪表面の洗浄は必須である。例えば、1% ドデシル硫酸ナトリウム水溶液で1分間超音波処理後、精製水とメタノールで交互に3回1分間ずつ超音波処理を行った後に、薬物抽出操作に移る。さらに、表面の汚染の程度を評価するため、毛髪を洗浄した後の液を回収し、その洗浄液中の薬物濃度を測定する(3.9 参照)。

3.6.3 洗浄のタイミング

汚染除去の観点から、洗浄は薬物抽出の直前に行うのが望ましい。毛髪の微細化と薬物抽出が一体化している抽出法の場合は(3.7 参照)、薬物抽出用の容器に比較的長い毛髪を入れて秤量し、その容器内で毛髪を洗浄後、すぐに抽出操作に移ることができるため、汚染のリスクを軽減できる。

一方、均質化や薬物抽出効率の向上のために秤量前に微細化する場合には、毛髪を洗浄した後に乾燥、細断(又は粉碎装置による粉末化)、秤量を行わざるを得ない。手動で微細化する場合の一例を以下に示す。

分析に使用する量より多めの毛髪を広口のガラス製スクリューバイアルなどに入れて毛髪を洗浄する。毛髪を風乾させた後、清潔なハサミの刃部分を容器内に入れ、毛髪が容器から飛び出さないように注意しながら、1 mm 程度の長さになるまで細断する。微細化された毛髪の一部を薬物抽出用の容器に秤量する。

このように洗浄と薬物抽出の間に複数の作業工程がある場合には、一連の煩雑な操作のすべてにおいて、汚染に十分配慮しなければならない。

3.7 薬物抽出

毛髪から薬物を抽出する方法は、分析対象物ごとに最適な方法が異なるため、多数報告されている。大まかに分類すると、1) 毛髪の内部構造を破壊せずに、超音波などで毛髪表面にダメージを与えつつ、抽出液に長時間浸し、毛髪内部に抽出液を徐々に浸透させる方法、2) 毛髪が入った容器に金属製のビーズなどを入れ、粉碎装置で物理的に毛髪を微細化し、抽出液との接触表面積を増大させて抽出効率を高める方法、3) 毛髪を構成するタンパク質のペプチド結合を水酸化ナトリウム水溶液などのアルカリやプロテイナーゼ K などの酵素により切断し、可溶化した後、液液抽出などを行う方法に分類できる(図 6)。

1) のように内部構造を破壊しなければ、一緒に抽出される夾雑物は減少するが、薬物の抽出に長時間を要する。一方、3) のように内部構造を破壊すれば、迅速に薬物を抽出できるが、^{きょうごつ}夾雑成分が増加する傾向にある。いずれの場合も、抽出液の種類、発熱、処理時間などによる抽出過程での分析対象物の分解や消失にも配慮し、分析対象物に応じて、適切な抽出法を選択しなければならない。

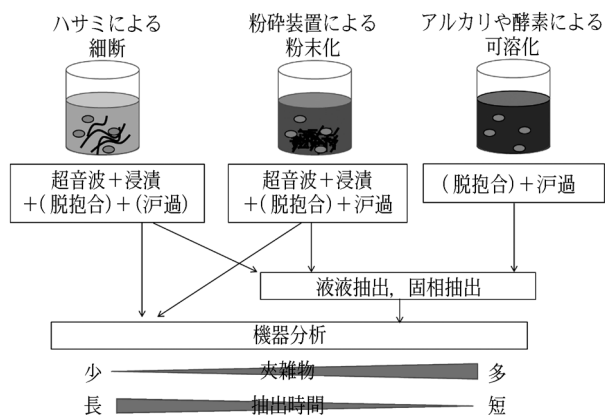


図6 毛髪中薬物の抽出方法

3.8 薬物含有標準毛髪を作製

陽性対照試料や検量線用試料を作製するため、薬物を一定量含有する標準毛髪が必要になる。尿などの液体試料であれば、そこに一定量の薬物標準液を添加すれば、任意の濃度の薬物含有標準試料を作製できる。一方、毛髪のような固体試料の場合、試料に薬物標準液を添加しただけでは、実際の薬物分布状態を反映した試料は得られない。薬物含有標準毛髪は、その作製方法の違いから以下の3種類に分類できる(表2)。

添加毛髪は、尿などの液体試料の場合と同様に、ブランク毛髪に既知濃度の薬物標準液を添加したものである。簡単に作製できるが、薬物が毛髪表面に付着しているだけで、実際の分布状態を再現していない。

浸漬毛髪は、ブランク毛髪を高濃度の薬物標準液に長時間浸した後、表面を洗浄したものである。薬物を毛髪表面全体から内部に向かって浸透させ、簡単な洗浄では除去できない状態にしたものであるが、薬物含有量の調節は難しい。薬物の取り込まれ方が薬物摂取者の毛髪と異なるため、実際の分布状態を再現していない。

摂取者毛髪は、薬物を摂取した人の毛髪を大量に採取し、毛髪を微細化することで内部に偏在する薬物を均質化したものである。分析上理想的であるが、薬物摂取者から毛髪を提供してもらわなければ、入手できない。

薬物抽出法を開発する上で、毛髪からの薬物の抽出率の評価が重要である。理想的には、摂取者毛髪を小分けして複数の抽出法による薬物の抽出量を比較し、最も抽出量が多い方法を、毛髪内部から薬物を最も効果的に抽出できる方法であると評価する。摂取者毛髪が入手できない場合は、浸漬毛髪を用いて同様に評価することになるが、抽出率を過大評価する可能性があることを念頭に置く。

この3種類の薬物含有標準毛髪の特徴を理解し、状況に応じて適切な毛髪を用いなければならない。

3.9 薬物検査における分析結果の解釈

毛髪から薬物が検出された際、どの経路から取り込ま

表2 薬物含有標準毛髪の違い

	添加毛髪	浸漬毛髪	摂取者毛髪
作製方法	ブランク毛髪に既知濃度の薬物標準液を添加する	ブランク毛髪を高濃度の薬物標準液に長時間浸した後、毛髪表面を洗浄する	薬物摂取者の毛髪を細断し、均質化する
薬物含有量	添加する薬物量で自由に調節可能	溶液中の薬物濃度や浸漬時間により、ある程度調節可能	基本的には調節不可
作製・入手	簡単に作製可能	時間と手間がかかるが、作製可能	薬物摂取者に提供を依頼
薬物分布の状態	表面全体	表面全体から内部に浸透	内部に偏在
薬物抽出率の評価	毛髪への吸着の評価にのみ利用可能	内部からの抽出のある程度評価可能	評価可能

れたかを考察することが重要であり、単なる薬物の検出・不検出の結果によって摂取したか否かを判定することはできない。

外部からの付着ではなく、摂取した薬物であると判断する材料として、まず、代謝物の存在を確認する。薬物未変化体とともに代謝物も検出され、更にその比率が摂取者のデータ(経験値や文献値)と矛盾がない結果であることが理想的である。ただし、未変化体や主要な代謝物が毛髪から検出されない薬物もある。

次に、抽出操作前後での薬物濃度を比較する。薬物抽出前に毛髪表面を洗浄した液中よりも抽出操作後の分析試料(抽出物)中の薬物濃度が大きい場合は摂取の可能性が高いと判断できる。ただし、どの程度の違いがあれば、摂取と判定してよいかという明確な数値基準は得られていない。

したがって、分析結果を総合的に解釈して、摂取したか否かを慎重に判断しなければならない。

4 おわりに

本稿では、紙面の都合上、毛髪の形態学的検査や毛髪中薬物検査における機器分析についての解説を省略した。形態学的検査法については、成書を参考にさせていただきたい¹⁾。また、機器分析については、分析対象物ごとに文献を調査し、最適な分析法を確認することを推奨する。毛髪中薬物分析の手順についての基礎資料として本稿を参考にいただければ幸いです。

文 献

- 1) 佐藤 元：“混入毛髪鑑別法”，(2000)，(サイエンスフォーラム)。

● 桑山健次 (Kenji KUWAYAMA)
科学警察研究所 (〒277-0882 千葉県柏市柏の葉6-3-1)。《現在の研究テーマ》毛髪及び爪中の薬物分析。