

## 日本分析化学会

## 化学分析技能研究懇談会

Discussion Group of Knowledge and Skills of  
Chemical Analysis

## ニュースレター Vol.5

## ❖ 巻頭写真

- ・ 砂浴（サンドバス）.....上本道久

## ❖ 目次

- ・ 違法薬物鑑定と化学分析技能  
.....津村ゆかり
- ・ 大学現場から見える分析化学  
教育の課題.....勝田正一

## 入会はこちらへ

上本 道久 (委員長) / 明星大学

michihisa.uemoto@meisei-u.ac.jp

上原伸夫 (会計担当) / 宇都宮大学

ueharan@a.utsunomiya-u.ac.jp

## 砂浴（サンドバス）

上本 道久



混酸を使った酸分解処理で活躍する砂浴（サンドバス）付きホットプレート。底面+側面加熱が効果的です。洗浄した石英砂を敷きますが、今どれほど使われているのでしょうか。

## 違法薬物鑑定と化学分析技能

津村 ゆかり

## 1. はじめに

麻薬取締官（通称麻薬Gメン）は厚生労働省地方厚生局麻薬取締部に所属し、覚醒剤・麻薬・大麻・向精神薬等の薬物にかかる犯罪を取り締まっている。これらの犯罪を立件するには、所持・使用・密売・密輸等された物件が法規制対象の薬物であることを科学的に証明する必要がある。そのための鑑定の概要について、著者はこれまでにいくつかの解説を発表してきた<sup>1-3)</sup>。本稿では、大麻取締法等の改正により新たに求められるようになった $\Delta^9$ -tetrahydrocannabinol（以下THC）の定量分析について解説し、その遂行に際してどのような化学分析技能が求められるかを紹介する。なお、THCは新鮮な大麻草中ではカルボン酸体として存在し、定量対象はTHCとカルボン酸体の総量であるが、紙幅の都合から、以下の文章ではTHCについてのみ述べる。

## 2. 大麻取締法等の改正

2023年12月6日、「大麻取締法及び麻薬及び向精神薬取締法の一部を改正する法律」が国会で可決・成立し、同月13日に公布された。そして2024年12月と2025年3月の2回に分けて順次施行された。

法改正の目的はいくつか挙げられるが、本稿の内容に関わる目的として「大麻を医薬品として利用できるようにする」と「繊維の採取のための大麻草の栽培をしやすくする」がある。「大麻を医薬品として利用できるようにする」とは、旧法（大麻取締法）では大麻は医薬品としてもいっさい使用が認められていなかったところ、「麻薬」に指定することによって、モルヒネやコカインと同様に医薬品として使用できるようにするということである。

また、「繊維の採取のための大麻草の栽培をしやすくする」とは、大麻草は古くから日本で栽培され、神事や伝統文化に活用されてきたところ、違法薬物として厳しく栽培が規制されていることが一因となって栽培者が減少し麻文化の継承が難しくなっている問題の解決を図るということである。

### 3. 大麻製品中微量THCの分析

#### （1）微量THCの分析が必要になった理由

大麻を医薬品として利用するためには、モルヒネやコカインとは違う難しさがある。というのは、モルヒネやコカインは食品や一般的な医薬品に含まれることはないのに対して、大麻の主要な精神作用成分であるTHCは市販品に微量含まれ得るからである。大麻草の別の成分であるcannabidiol（以下CBD）を有効成分とする電子タバコ用リキッド、化粧品、飲料、食品などが市販されており、それらは大麻草を原料としているため、微量のTHCが含まれる可能性がある。

大麻もTHCも麻薬及び向精神薬取締法で麻薬に指定されているが、基本的に麻薬は、高純度であろうと他の物質との混合物であろうと麻薬である。法改正以前にはコデインとジヒドロコデインだけが例外だった。これらは含有量が1 %以下であれば「家庭麻薬」として咳止め薬などが市販されている。法改正後はTHCも例外となり、残留限度値以下の濃度であれば法規制の対象にならない。その残留限度値は表1に示したとおりである。

表1 THCの残留限度値

区分	残留限度値
油脂（常温で液体であるものに限る。）及び粉末	百万分中十分の量（10 mg/kg）
水溶液	一億分中十分の量（0.10 mg/kg）
上記以外のもの	百万分中一分の量（1 mg/kg）

令和6年政令第283号 大麻取締法及び麻薬及び向精神薬取締法の一部を改正する法律の施行に伴う関係政令の整備に関する政令（令和6年9月11日）に基づく。

家庭麻薬とは桁違いの低濃度である。また、コデインとジヒドロコデインの乱用実態はほとんど無いのに対して、大麻にかかる検挙者数は増加しており、2023年は6703人であった。必然的に鑑定物件数も多い。

#### （2）厚生労働省が通知した分析法

THCの残留限度値への適合性を判定するための分析法については、厚生労働省医薬局監視指導・麻薬対策課長が「例示」として通知<sup>4)</sup>を発出している。通知には、植物油、グミ、クッキー、飲料水について、QuEChERS法（分散固相抽出併用）により前処理した試料液を液体クロマトグラフ三連四重極質量分析計（LC-MS/MS）または液体クロマトグラフ四重極飛行時間型質量分析計（LC-QTOF MS）により定量する方法が示されている。QuEChERS法とは、Quick（迅速）、Easy（簡単）、Cheap（安価）、Effective（効果的）、Rugged（堅牢）、Safe（安全）から名付けられた手法である。食品中の農薬分析の前処理法として米国農務省の研究者たちによって開発され、2003年に最初の論文<sup>5)</sup>が発表された。試料に塩類とアセトニトリルを加え、攪拌・遠心分離して上澄液を採取する。

### （3）微量THC分析の難しさと化学分析技能

THCの残留限度値はppmのオーダーであり、農産物中の残留農薬分析や環境水中の重金属分析で対象とする濃度と比較して特に低濃度というわけではない。しかし、特殊なのはそのマトリックスである。THCの含有が問題になる製品はほとんどがCBD製品であるが、CBDとTHCは異性体の関係にある。これらは化学的な性質が酷似しており、前処理での分離は困難である。また、タンデム質量分析における主要なトランジションも共通している。液体クロマトグラフィー（逆相）における保持時間はCBDよりTHCが長い。CBD製品の中にはほぼ100 %の純度の結晶（粉末）もあるが、そのクロマトグラムにおいて、CBDの巨大なピークの裾に微小なTHCのピークが乗ることになる。

このようなピークの面積値の変動をコントロールすることは非常に難しく、カラムや移動相やグラジエント条件の検討によって変動を抑えるには分析者の経験値が問われる。上記厚労省の通知には高純度CBDへの適用性は言及されておらず、分析担当者間で最適な分析法が模索されている。

## 4. 大麻草中THCの分析

### （1）大麻草中THCの分析が必要になった理由

前項で述べたのは大麻草の製品中のTHC分析であるが、大麻草そのものについては別の基準があり、別の分析法が適用されている。

2で述べたとおり大麻草は古くから日本で栽培されてきた。神宮大麻のように神事に関わるもの、大相撲の横綱のしめ縄、白川郷の合掌造りの屋根の下層などに大麻草が使われている。これらの大麻草はTHCではなく繊維を利用することが目的で栽培されており、THC濃度の低い品種が多い。しかし法改正前にはTHC濃度に関わらず厳しく規制されていた。

法改正後は大麻草の栽培者の免許は第一種と第二種に区分された。第一種はTHC濃度0.3 %以下的大麻草のみ栽培が可能な免許で、免許権者は都道府県知事、有効期間は最大3年間である。第二種は医薬品の原料とすることを目的にTHC濃度の高い大麻草も栽培可能な免許で、免許権者は厚生労働大臣、有効期間は最大1年間である。法改正前の免許有効期間は最大1年間であったから、THC濃度が低い大麻草を栽培する場合の負担は軽減された。

このように麻文化の継承への配慮が行われた結果、0.3 %の基準に適合するか否か定量分析する必要性が生じた。大麻草の栽培の規制に関する法律には「厚生労働大臣又は都道府県知事は、この法律の施行のため特に必要があると認めるときは、（中略）麻薬取締官若しくは麻薬取締員その他の職員に、（中略）試験のため必要な最小分量に限り大麻、大麻草の種子若しくは麻薬を無償で収去させることができる。」とある。この規定に基づいて収去検査が実施されている。

### （2）厚生労働省が通知した分析法

大麻草中のTHCの分析法についても、厚生労働省医薬局監視指導・麻薬対策課長が「例示」として通知<sup>6,7)</sup>を発出している。この方法の抽出法の部分はAOAC InternationalがOfficial Methods of Analysisとして認めている試験法<sup>8)</sup>にほぼ一致している。粉碎した乾燥大麻にエタノールを加えて振とう・遠心分離を繰り返すというシンプルな前処理法である。測定機器はAOAC法では液体クロマトグラフを使用するところ、通知法では液体クロマトグラフ質量分析計（LC-MS）またはLC-MS/MSが用いられている。

この通知の特徴は、試験室における操作だけでなく、圃場における大麻草の採取方法まで細かく規定している点である。

### （3）サンプリング上の注意点と化学分析技能

この分析法で対象としている0.3 %という濃度は、食品や環境試料中の微量汚染物質の分析などと比べれば高い濃度であり、定量値の安定性も容易に確保できそうに思われる。しかし、分析対象の大麻草中のTHC濃度自体が大きく変動する。

大麻草に含まれるTHCの濃度は部位によって異なり、種をつけていない雌花が最も高濃度であることが知られている。したがって、分析用の検体を採取する時期と採取部位が重要になる。通知には「原則、結実前の未成熟な雌株の頭頂部の花穂を含む上部 25 cm 程度の部位」を採取するよう定め、その中で分析対象は「茎を除去し葉柄は含めたもの」としている。

大麻草の個体差も見込まれるため、サンプリングは一つの圃場につき偏在しない位置にある無作為の大麻草5本から行う。この5本は個別に分析するのではなく、乾燥後にそれぞれ均質化した後、各粉末試料を等量混合して分析する。乾燥方法も細かく定められている。

一連の手順においては、文書化しきれない操作法の違いが分析値に影響する可能性もあり、収去検査を行う行政機関どうしの連携、分析技術の共有が図られている。

## 5. まとめ

以上、大麻取締法等の改正によって新たに求められるようになった定量分析について解説した。違法薬物の鑑定はこれまで基本的に定性分析であり、各鑑定機関は、次々と化学構造を改変して流通する新たな危険ドラッグに対応する定性分析に最も力を注いで来たと言ってよい。法改正以後は、定量値の信頼性をどのように確保するかも課題として加わった。今後化学分析技能の共有化と継承がますます重要になると考えられる。

## 参考文献

- 1) 津村ゆかり「絶え間なく出現する違法ドラッグを化学の力で識別する(レーダー)」化学と教育, **60**, 348-349 (2012).
- 2) 津村ゆかり「乱用薬物の化学」海洋化学研究, **25**, 35-39 (2012).
- 3) 津村ゆかり「進歩総説 危険ドラッグの分析」ぶんせき, **2015**, 195-202 (2015).
- 4) 医薬監麻発1112第3号「大麻草由来製品等に含まれる $\Delta^9$ -THCの残留限度値に係る分析法の例示について」令和6年11月12日  
<https://www.mhlw.go.jp/content/11120000/001330798.pdf>
- 5) Anastassiades M, Lehotay SJ, Stajnbaher D, Schenck FJ., Fast and easy multiresidue method employing acetonitrile extraction/partitioning and "dispersive solid-phase extraction" for the determination of pesticide residues in produce. J AOAC Int. **86**, 412-431 (2003).
- 6) 医薬監麻発0110第5号「大麻草に含まれる $\Delta^9$ -THCの分析法の例示について」令和7年1月10日  
<https://www.mhlw.go.jp/content/11120000/001373303.pdf>
- 7) 医薬監麻発0331第3号「「大麻草に含まれる $\Delta^9$ -THCの分析法の例示について」別添の改正について」令和7年3月31日  
<https://www.mhlw.go.jp/content/11120000/001469874.pdf>
- 8) AOAC International, Official Methods of Analysis, 22nd Edition (2023) 22.1.12 AOAC Official Method 2018.10 Cannabinoids in Cannabis sativa Dried Flowers and Oils: Liquid Chromatography with UV Detection. First Action 2018.

[厚生労働省近畿厚生局麻薬取締部]

## 大学現場から見える分析化学教育の課題

勝田 正一

一昨年から化学分析技能研究懇談会に参加させていただいている千葉大学の勝田と申します。大学では理学系に所属し、無機化学と分析化学の教育（講義・実験・演習）を担当しながら、溶媒抽出やイオンセンシングなど湿式分離・分析に関する研究を行っています。分析化学の教育では、学生が「測定とは何か」「誤差とは何か」を自らの手で体験し、数値の背後にある化学現象を理解することが重要になります。そのため、容量分析や繰り返し測定による精度評価、測容器検定など、操作の意味を数値で実感できるような実験を重視し、真度・精度の概念に根差した技能を身につけてもらうことを考えながら教育に携わってきました。



一方、近年、大学教育を取り巻く環境は大きく変化しています。私の所属する大学を含め、多くの（地方）国立大学法人では財務状況が非常に厳しく、教育・研究の基盤経費の削減に加え、人件費の抑制（人員削減や人事凍結）が進んでいます。最近顕在化した大学附属病院の経営赤字もこの状況に拍車をかけています。その結果、既存カリキュラムの維持が難しくなり、表面上はあまり変わっていないように見えても、学生実験のテーマや回数の削減、授業の短縮・休止など、教育の縮小を余儀なくされる場面が増えてきました。

さらに、医・薬・生命科学系やデータサイエンスなど注目度の高い分野に資源が相対的に配分される一方で、長時間の実験と継続的な知識の積み上げを必要とし、短期的成果が現れにくい分析化学のような基礎分野では、人員の確保や教育・研究体制の維持が困難になりつつあります。しかし、試料調製、反応機構の理解、誤差管理といった分析化学で培われる知識と技能は化学全体を支える基盤的素養であり、これらが弱まれば、将来的に再現性や信頼性の裏付けを欠いた研究成果が世に広まってしまう懸念があります。私はこの点を最も危惧しています。

近年は、効率性やタイムパフォーマンスを重視する価値観が学生の間にも浸透しています。効率化そのものは重要ですが、反復作業や地道な手順を通じて精密さを高める分析化学では、こうした価値観が技能習得の妨げとなる場面も少なくありません。私の経験では、分析実験で行う様々な操作が測定値にどのような影響を与えるかを学生自身が確かめ、その結果として操作の意味を実感したときに、学生の分析化学への興味が一段深まるように感じます。しかしそのような気づきは、丁寧な作業や試行錯誤の積み重ねがあって初めて得られるものです。限られた時間の中でそれをいかに実現するか、教育の工夫がますます求められていると感じています。このように、財政状況の悪化・人員削減・カリキュラムの縮小、そして学生の価値観の変化など多くの要因が重なり、実験化学教育、とりわけ分析化学教育の基盤が揺らぎつつあることを大学現場で強く認識しています。だからこそ、分析化学教育の価値を見つめ直し、技術と知識をいかに継承・維持していくかを議論する場の必要性を感じています。その点で、化学分析技能研究懇談会が果たす役割は大きいと感じています。教育・研究・実務の現場が抱える課題を共有し、湿式・精密分析の価値を社会へ発信し、次世代へ確実に継承していくための場として重要な意義を持っています。私自身、大学での経験を踏まえ、微力ながら本会の活動に貢献できればと思っています。

[千葉大学大学院理学研究院 化学研究部門]

