

薬学分析化学教育における 法中毒学の必要性と今後の展開

高度な専門性を要し、特殊性がある分析を実施する法中毒学は、薬物にかかわる様々な基礎研究及び教育を行い、実務としても生体試料中の医薬品・毒物分析を行っている薬学部における分析化学教育のもと教育・研究・実務が行われるのが望ましい。しかし、現状、薬学部において法中毒学にかかわる教育・研究・実務はほとんど行われていない。本稿では、法中毒学及び法中毒学にて行われる分析について紹介すると共に、薬学部の分析化学教育における法中毒学の必要性及び今後の展開について考えていく。

永 澤 明 佳

1 はじめに

法中毒学とは、毒物学および分析化学、薬理学、臨床化学など様々な学問を応用し、死亡、中毒、薬物使用に関する医学的または法的な調査を支援する学問である。法中毒学は、死体に限らず生体も対象とし、試料も血液や尿だけでなく筋肉や肝臓、脳などの組織、さらには骨など様々であり、これら生体試料に含まれる薬物や化学物質を多種多様な分析装置を用いて明確に識別し、正確にその量を測定する必要がある。得られた結果は死因究明や犯罪への関与など法的な判定に使用され、個人や社会に及ぼす影響が大きいため、その分析には正確性、妥当性、信頼性が不可欠である。また、法中毒学者には、これら分析を正確に行うだけでなく、分析から得られた結果について、薬物動態、代謝、相互作用、副作用や薬物の安定性など様々な薬学的要因に加えて死後起こりうる現象についても考慮し、得られた結果について正しい評価を行う専門性が求められる。そのため、法中毒学においては薬学教育を基盤とした研究・実務・人材育成などが行われることが望ましい。しかし、現在、薬学部において法中毒学に関する教育はほとんど行われていない。さらに、薬毒物の関与を法的に調査する機関の一つに大学の医学部に所属する法医学教室や、東京や大阪などごく一部の大都市に設置されている監察医務院などの法医学施設があるが、全国的に見ても薬毒物分析が行われているのは全体の約半数にも満たないのが現状であり、法中毒学者の不足やそれに伴う分析の量や質の低下は法医学において大きな問題となっている。これら問題を受け、千葉大学では2014年に医学部内に法中毒学

を含む6部門からなるセンターを立ち上げ、法医学における薬毒物分析及び人材の育成を強化した。さらに、2021年、閣議決定された死因究明等推進計画法において、薬学教育における死因究明等に関する教育の必要性や他施設・他学部間の連携の強化について初めて言及されることとなった。この直前である2021年4月、千葉大学は薬学研究院に本邦初の法中毒学を掲げる研究室を開設した。また、2024版に改訂予定である薬学教育モデル・コアカリキュラムにおいて、死因究明における薬学学修者の果たすべき役割が明記された。これにより、大学内における法医学と法中毒学すなわち医薬の分業・連携を通じた死因究明に関する実務・研究・教育の実施が可能になり、加えて後継者育成の推進が期待されることとなった。本稿では、法中毒学にて行われる分析について紹介すると共に、薬学部の分析化学教育における法中毒学の必要性及び今後の展開について考えていく。

2 法中毒学の専門性と特殊性

毒性学では薬物や化学物質が生体に及ぼす影響を研究する。法中毒学では薬物や化学物質により生じた有害事象だけでなく、その結果が法的に問題となる可能性のある事例を取り扱う実学的側面を持つ。中毒や死亡の原因となりうる薬毒物は、医薬品、工業製品、自然毒また一般家庭用品と幅広く、特別な毒物でなくとも日常使用している様々なものが使用方法・使用量次第で毒となりうる。また、近年では、一時期流行した危険ドラッグだけでなく、ベンゾジアゼピン系睡眠薬や向精神薬など既存の化合物の構造を一部変えたデザイナードラッグや、通常のドーピング検査で検出されないよう作られたデザイナースteroidが流行し問題となっており、未知の構造を持つ薬物も多数存在する。これら薬毒物を見逃すことなく検出するためには、薬毒物の性質に合わせた最適な

Necessity and Future Development of Forensic Toxicology in the Education of Analytical Chemistry in the Faculty of Pharmaceutical Sciences.

分析機器を選択し、これら分析機器の原理や問題点などを理解した上で分析を実施することができる専門知識及び技術が必要となる¹⁾。さらに法医学解剖では、高度の腐敗など死体の状況によっては、通常臨床で取り扱う血液や尿の採取ができないことも多く、毛髪、体液、臓器、胃内容物、筋肉、脂肪や骨など様々な試料を用いて検査を行わねばならず、複雑なマトリックスに適した分析法を生体試料ごとに検討していく必要がある。さらに、これら検体は死後変化の影響を受けるため、血液を用いることができる場合でも生前においては考えられないような濃度変化が起きていることがある。薬物を高濃度含有した胃から薬物が浸潤し血液に拡散する死後拡散や、死後のpH変化に伴うタンパク質結合率変化などにより血管周辺臓器などから血中に再分布していく死後再分布では、死亡時と比較し濃度が大きく上昇してしまうことがある²⁾³⁾。逆に、死後血液中で細菌が繁殖することや、死後もしばらく活性が失われない酵素により薬物が分解されてしまうこと、更には溶血により放出されたヘモグロビンが触媒する酸化反応など生前では起こりえない死後代謝が起こること、薬物の濃度が低下したり検出が難しくなることもある⁴⁾⁵⁾。このように死後にはさまざまな要因によって濃度変化がおこることから、これら現象を理解した上で正確性や再現性のある定量分析を行い、正しい濃度評価を行う必要がある。

3 法中毒学の現状

上述のように、高度な専門性及び特殊性を要することから、薬物にかかわる様々な基礎研究及び教育を通じた継続的な研鑽^{けんざん}が必要である。実務としても生体試料中の医薬品分析や毒性評価を行っている薬学部で実施し、医学部における法医学教室と連携して行っていくのが適していると考えられる。実際、我が国の法中毒学の嚆矢となる衛生裁判化学講座は、明治26年(1893年)に初めて東京帝国大学医科大学薬学科に生薬学、薬化学と合わせて設置され、法中毒学の実務を担当していた。これに先立ち1888年に東京帝国大学医科大学に裁判医学講座(1891年に法医学講座に改称)が開講されていたこ

とから、この当時は法医学と衛生裁判化学が連携して解剖結果と薬物検査の結果に基づく鑑定を行い、死因の判定は大学内における医薬の分業・連携の上で実施されていた⁶⁾⁷⁾。しかしながら現在衛生裁判化学は衛生化学となり、実務を行う際の予算の問題や、薬学における研究業績評価や教育内容の点から鑑定業務に携わらなくなり、法中毒学に関する教育・研究はほとんど行われなくなった。そして、現在法中毒学は法医学領域の一部として取り扱われ、実務としての薬毒物検査は法医学教室において実施されているものの、その質と量には機関ごとに大きな開きがある。また、法中毒学に関する基礎研究は、法中毒専任の教員が在籍する一部の大学において行われている。

4 法中毒学分析の実際と課題

法医学で主に行われている法医解剖では、肉眼解剖に加え病理組織検査、CTなどを用いた画像検査、生化学検査、薬毒物検査といった様々な医学的検査が実施され、これらの結果を総合的に判断することで正しい死因究明が可能となる。特に違法薬物を含む薬毒物使用の有無や薬物中毒は外表所見や解剖検査など肉眼的検査からの判断が困難であり、分析結果次第では死因が大きく変わることや新たに事件性が生じることもある。そのため薬毒物検査は死因診断においても社会の治安維持の観点においても非常に重要である(図1)。

しかし、日本では警察取り扱い死体の9割程度は、初動一日程度で死体の外表検査、薬物簡易検査キット、状況調査などから犯罪性なしと診断され、解剖すら実施されていないのが現状である。また、日本で警察が死因判定のために主に用いている薬物簡易検査キット(DRIVEN-FLOW[®]やIVeX-screenなど)は、本来、救急救命の現場において意識障害のある患者に対し適切な治療を迅速に施すためや、覚醒剤や大麻、睡眠薬などのいわゆる乱用薬物使用の有無を短時間で判定するために開発されたものである。これらは定量性に乏しく、また偽陽性や偽陰性の頻度が高いことが問題となっている。さらに、シアン化合物などの化学物質、医薬品、テトロ



図1 死因究明における薬毒物検査の重要性

ドトキシシンやトリカプトなどの自然毒といった多くの薬物の検出はできず、死因判定を目的とする検査としては不十分である。実際、シアン化合物が関与した殺人を複数例見逃したとされる「関西連続青酸死事件」では、検視時の薬物検査が問題となったことから、予算を増額して検査の拡充を図った。しかし、この変更は実際に現場で行われているシアン化合物の検査に、口元における唾液を利用してのpH試験紙の変色検討や検知管の導入を追加したのみであり、検視後の法医解剖の必要性を正しく判断できる薬物検査ではなかった。さらに、警察の判断により犯罪性が否定され、法医解剖が行われなかった約9割程度の非犯罪性死体においても、検体を警察が保管・検査することは警察行政の性質上困難とされている。海外における土葬文化では、死亡後薬物使用が疑われた場合には、掘り起こした遺体からサンプルを採取し、薬物検査を実施することも可能である。一方、日本ではほとんどすべての遺体が火葬されてしまうことから、薬物が関与した犯罪を証明することは不可能になる。真の犯罪見逃しを防止し、正しい死因究明を行うためには、初動段階で犯罪が疑われない場合においても機器分析を用いた薬物検査が実施できる体制を構築すべきである。

法中毒学では解剖検体だけではなく生体試料も分析対象となる。飲酒や違法薬物が絡んだ事件・事故の裁判では、当事者の血中アルコール濃度や薬物濃度による行動能力や責任能力への影響の評価が求められる。また、薬物を使用したレイプ事件では、被害者の薬物の影響下における記憶障害や危険回避能力の評価が求められる場合がある。このような法的手続きの中で、医学的評価が論点となりうる事項に対し、医師による当事者診察に加えて薬物分析を行い、科学的根拠に基づく評価を行うことは、当事者の人権擁護につながり、社会の安心・安全に寄与すると言える。このように生きている人間に関して医学的に公正な判断を下す学問である「臨床法医学」は、欧州やオーストラリアでは確立された一つの分野として認識されており、法中毒学者との連携のもと生体鑑定が実施されている。また、アルコール・薬物が人間のパフォーマンスと行動に及ぼす影響およびその使用による医学的・法的影響を扱う法中毒学の一領域とも言える「Human Performance Toxicology」が発展しており、薬物とアルコールの使用に関する社会的調査や、危険運転・殺人・性的暴行を含む薬物に関連する犯罪に加えて、航空機・自動車・船舶の衝突事故などの捜査などが実施されている。さらに競技スポーツでは、アスリートの健康と福祉を守り、公平で均等な競技水準を維持し、公営競技の公正性を維持するためのドーピングに関する規則が設けられている。これらドーピング検査も、国際オリンピック委員、世界アンチ・ドーピング機構、国際競馬統括団体連合と連携し、法中毒学者が生体試料の分

析を実施している。日本における臨床法医学は発展途上であり、一部の法医学教室が個別で活動するのみであり、実務的、法的にもまとまった体系を構築するには至っていない。そのため、現在日本においては、臨床法医学で問題となりうる生体試料を、専門家である法中毒学者が分析し評価することはほとんどない。臨床法医学における薬物分析は、正確性、妥当性、信頼性が不可欠であり、専門性の高い薬物分析が求められる。これらが未発達な状況では、客観的・公平性に欠けた医学的判断に基づいた診断が行われている可能性がある。今後日本においても、海外を参考に臨床法医学と法中毒学との連携を強化し、生体試料の分析を実施していく必要がある。

法医解剖に伴う薬物検査費用は大学間での格差が認められる。かつて司法解剖は執刀医への謝金のみで行われていたが、国立大学の法人化後、警察庁によって検査経費が予算化された。これに伴い、解剖数が比較的多く、かつ積極的に薬物検査を導入してきた法医学教室では予算規模の大きさから高額な分析装置を購入し、検査担当者を雇用できた。一方、解剖数が少なかったり、薬物検査導入に消極的であった法医学教室では分析装置の購入及び検査担当者の雇用ができず、旧態依然として薬物検査ができない状況にある。また、現在多くの大学の法中毒学部門は医学部法医学講座の一部となっており、医学部の限られた定員では、解剖を行える医師の雇用が優先され、薬物の検査担当者の雇用は後回しになりがちである。2019年、日本法医学会内で開催されている法医学中毒勉強会にて、全国の監察医務院2施設を含む法医学関連機関92施設を対象とした薬物検査状況調査（矢島ら、未出版データ）において、回答が得られた49施設のうち、薬物検査ができる教職員が在籍している施設は46機関であり、分析実施機関の6割以上で1人体制を敷いていることが報告された。分析者の身分は6割以上を助教及び技術職員が占め、技術職員のみで検査を実施している機関も少なくないと報告している。さらに、一部の教員は薬学や化学を専門としているものの、それまで全く違う分野を担当していた職員が一から技術を習得していくことも多い。検査内容に関しては、アルコール検査、一酸化炭素検査、一般的薬物スクリーニング検査や定量検査などの基本的な検査は多くの施設が自施設で実施可能であるのに対し、シアン化物検査や硫化水素検査など特殊な検査になるほど実施率が低下する傾向が見られ、自施設にて検査できない検査については30%程度が他大学、残り70%程度が科捜研への委託を行っていた。最も重要な点としてアンケートの回答を得られなかった43機関では薬物検査が実施されていない可能性が高く、薬物検査実施率の低さ及び検査担当者の不足が露呈し問題となった。

このような多くの問題の解決に向け、千葉大学では、

2014年より、医学部内にて法病理学、法中毒学、法遺伝学、法歯科学、法医画像診断学、臨床法医学の6部門からなる千葉大学附属法医学教育研究センターを立ち上げた。これにより今まで法医学教室が持っていた大学規定の雇用枠を超え、各部門において、それぞれ専門家の雇用・人材育成及び研究教育が可能となった。さらに、各部門間における密な連携により、現在、小児科、産婦人科、救急科などの臨床科との協力のもと虐待や小児の事故等の薬物検査の実施、警察と協力しての運転時や犯罪時の処方薬の分析及び影響の検討、また、検視時に犯罪性が曖昧な事例における死後画像診断と薬物物検査による犯罪性遺体のスクリーニングなど様々な検査が実施され、法中毒学の業務も拡大されつつある。しかしながら、あくまで医学部内に設置されていることから、臨床各科や元々法医学と関係のあった他機関との連携と比較して、特に法中毒学部門の薬物物分析との連携に関しては課題が残されていた。医学教育モデル・コアカリキュラムでは分析化学を取り扱うことはなく、医学部では系統立てた分離や計量計測を学修する機会がない。一方、薬学部においても法医学における薬物分析の認知は低く、薬学生の将来の選択肢に上がりにくい。これらの理由から、薬学部と医学部の双方において専門家の育成が難しい状況である。千葉大学においては、大学内で薬学と医学すなわち法中毒学と法医学との連携が可能になったものの、全国的には法医学分野の医薬連携はほとんど行われていない。

5 法中毒学の取り組みと今後の展開

2020年4月に死因究明等推進基本法が施行され、厚生労働大臣を本部長とする死因究明等推進本部において、法医学における薬物物検査の在り方を含めた今後の日本の死因究明の在り方が議論され始めた。そして2021年6月に死因究明等推進計画が閣議決定され、死因究明等が適切に実施されるための人員確保、その資質の向上が求められることとなり、その中で初めて薬学教育における死因究明等に関する内容の充実が求められる文言が明記された。さらには、死因究明等の質の向上及び体制強化を図るためには、大学の教育・研究体制を充実することが不可欠であり、大学間や学部間の連携を強化し、死因究明に関する教育・研究拠点の整備・拡大を図っていくことも今後の重要な課題として挙げられた。このような動きを受けて薬学部における法中毒学設置の必要性が示され、閣議決定がされる直前の2021年4月に、千葉大学附属法医学教育研究センター法中毒学部門を基盤として、千葉大学大学院薬学研究院・薬学部に日本で初めて法中毒学を掲げる研究室が新規に開講された。これにより法医学における死因判定が大学内における医薬の分業・連携の上で再び実施でき、加えて法中毒学の後継者育成の推進が期待されることとなった。

現在、千葉大学大学院薬学研究院法中毒学研究室は2名の教員体制である。実務面では医学研究院法医学教室と分析機器や人材を一体的に運用し、法医解剖、近隣警察医の検案に伴う薬物物分析や生体鑑定に伴う薬物物分析を実施している。初年度より薬学部における分析化学、衛生薬学の講義及び実習を担当し、分析化学実習では実際に法医学の実務や警察による検視でも用いられる簡易検査キットを用い、偽陽性や偽陰性が起きてしてしまう原理やそれが検視やその後の解剖検査にどのような影響を与えるかなど実際の問題について考察を促すような内容を取り入れている。また、法医学教室と連携して法医解剖見学を実施した際には、多数の薬学部生の参加があり、潜在的な関心の高さがうかがわれた。このように法医学教室と連携することで、これまで実際に法医学及び法中毒学の現場に触れることが少なかった薬学部生が、薬物物分析や研究の実際に触れることが可能になり、法中毒学へより興味を持ちやすくなる環境が整いつつある。しかし、研究室の開設だけでは人材の育成は難しい。過去に衛生裁判化学から衛生化学へ変遷していく過程でも、一部では法中毒学にかかわる教育研究は継続されていたものの、現在では法中毒学の教育がほぼゼロの状態まで衰退してしまっている。様々な要因が絡んでの結果ではあるが、その原因の一つに薬学教育モデル・コアカリキュラムの影響があげられる。近年、科学を基盤として医療に貢献する薬剤師の職責に求められる薬学の知識や技能が専門化かつ高度化しており、限られた大学教育の中でこれら膨大な知識や技能を網羅して習得することは困難となってきている。そのため、将来どのような分野に進んだ場合においても共通に必要な薬剤師の基本手的な資質と能力を習得し、そのうえで生涯にわたって常に研鑽し社会に貢献できるように、薬学部生が身に付けていくべき必須の能力(知識・技術・態度)の到達目標を分かりやすく提示したものが現行の薬学教育モデル・コアカリキュラムである。薬学教育モデル・コアカリキュラムは、はじめ薬学部6年制を見据えて2001年に私立薬科大学協会と国公立大学薬学部長会議の下で策定が行われ、これを2002年に薬学会が整理統合した。初期の薬学教育モデル・コアカリキュラムでは、薬学専門教育における「化学物質の分析」に関するカリキュラムにて、一般的目標としての化学物質の検出と定量の基礎知識及び技術の習得に加え、【分析技術の臨床応用】の一つとして【薬物物分析】の項目が掲げられており、乱用薬物などを含む中毒原因物質の生体試料の取り扱いや分析に関する到達目標が設定されていた。しかし、2013年改訂版においては、「化学物質の分析」から薬物物分析の項目に関する部分が削除され、中毒原因物質の試験法や分析に関する内容が「衛生薬学」のカリキュラム内の目標へと変更されて、現在に至る。現在、2021年の死因究明等推進計画の閣議決定を受け、

薬学教育モデル・コアカリキュラムの改訂が検討されており、その素案における「衛生薬学」のカリキュラム案にて、新たに死因究明に関するカリキュラムが追加される予定となった⁸⁾。その具体的学修目標として、「死因究明に関する社会的な影響、国際的な動向の解析、関連する規制・制度、及び関連法規の理解のもとに、実効性のある薬学的アプローチを立案する」、また、学修項目として、【死因究明における毒性学・法中毒学的アプローチ】と、具体的な法中毒学教育内容が掲げられることとなり、さらには、臨床薬学教育内において、ドーピング防止等にむけた教育についても含まれている。この改訂により、今後、全国の薬学部・薬科大学における教育・研究・実務の一体的な実施のもと、継続的かつ恒常的な人材育成及びより専門性の高い薬毒物分析の実施などが期待されることとなった。法中毒学にかかわる分析の今後の発展のためにも、今後、これら死因究明にかかわる教育を維持していきながら、分析化学のカリキュラム内にて、法中毒に関する分析に必要な知識及び技術の習得が可能になるようなカリキュラム設定を目指していきたい。

千葉大学では法医学分野の医薬連携が果たされたことによって、研究面でもメリットが生まれている。すなわち、これまで千葉大学法医学教育研究センター法中毒部門が所有していた分析機器に加え、薬学研究院が所有する共同利用機器も制約なく利用できるようになり、研究の幅が広がっている。

法医学先進国であるスウェーデンでは、政府に法医学を振興し、鑑定実務を遂行するための部局（Rättsmedicinalverket, RMV；national board of forensic medicine, 国立法医学局）があり、スウェーデン内の6か所の解剖施設を統括しつつ警察取り扱い死体の約9割を解剖し、薬毒物検査については1施設に集約して実施している。さらには薬物分析担当者を実務家としてRMVに所属させながらカロリンスカ大学やリンショーピン大学などの教員を兼務させ、法中毒学の教育研究を行っている。また、もう一つの法医学先進地域であるオーストラリア・ビクトリア州にあるビクトリア州法医学研究所（Victorian institute of forensic medicine, VIFM）では、警察取り扱い死体の半数程度を解剖し、RMVと同等規模の設備と人員を有する薬物部門にて、解剖実施事例だけでなく、非解剖事例についても薬物分析をおこなっている。VIFMにおいても、薬物部門の主任がMonash大学法医学教授を兼任し法中毒学者育成プログラムを開講するなどしている。RMV、VIFMいずれの機関でも、一つの機関内に多数かつ多様な質量分析装置を備え、それぞれの機器の特性に合わせて使い分けることにより、様々な薬毒物を検出できる分析法が確立されている。さらに、国や学会機関により分析法や、分析者の質が管理され、常に一定の結果が得られるよう、分析システムが管理され

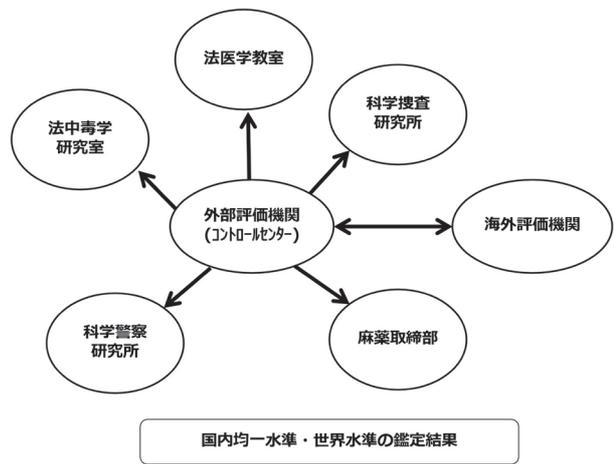


図2 分析システム管理組織図の理想

ている。これら先進国と比較し、日本の法中毒学は、近年大きく発展しつつあるものの、まだまだ後塵を拝しているのが現実である。日本においても将来的には法医学及び法中毒学の先進国と同様に、国家的規模の支援並びに先導の下に、分析センターの拠点化、また、法医学関連施設だけでなく、科学警察研究所、科学捜査研究所や麻薬取締部など、薬毒物分析を実施する関連機関と連携し、これら施設間での分析及び分析者の質を、国内・国外の管理機関と連携し管理していき（図2）、国内均一水準・世界水準の鑑定結果を得られる分析システムを構築していく必要があるのではないだろうか。

6 さ い ご に

近年の著しい分析機器の発達に伴い、法中毒学も世界的に見て大きく発展してきている。しかしながら、日本では、法医学・法中毒学にかかわる制度の不備や分析者の不足などから、法中毒学はいまだ発展途上であると言わざるを得ない。今回の死因究明等推進計画の閣議決定、また今後予定されている薬学教育モデル・コアカリキュラムの改訂は今後の法中毒学の発展に寄与する重要な動きであり、これらの動きを逃すことなく、本邦の法中毒学の研究・教育・実務を大きく発展させることに貢献したいと考えている。

文 献

- 1) 山岸由和, 永澤明佳, 小椋康光, 岩瀬博太郎: *ぶんせき (Bunseki)*, **2022**, 567.
- 2) S. Nagasawa, N. Katagiri, A. Nara, F. Chiba, Y. Kubo, S. Torimitsu, D. Yajima, M. Akutsu, H. Iwase: *Forensic Sci. Int.*, **266**, 1 (2016).
- 3) S. Nagasawa, R. Yamguchi, K. Saka, S. Torimitsu, F. Chiba, D. Yajima, G. Inokuchi, A. Motomura, K. Kira, Y. Yamagishi, Y. Ogra, H. Iwase: *Forensic Toxicology*, **40**, 173 (2021).
- 4) Y. Yamagishi, S. Nagasawa, H. Iwase, Y. Ogra: *J Toxicol Sci.*, **47**, 13 (2022).
- 5) Y. Yamagishi, S. Nagasawa, H. Iwase, Y. Ogra: *Chem Res Toxicol.*, **35**, 1110 (2022)

- 6) 狐塚 寛, 鶴飼茂夫, 黒岩幸雄編: “考える裁判化学”, (廣川書店), (1998).
- 7) 警視庁刑事局, 司法解剖の実施. 平成 26 年度警視庁行政事業レビュー資料.
- 8) 文部科学省: 参考資料: 薬学教育モデル・コアカリキュラム令和 4 年度改訂版 (素案).



永澤 明佳 (Sayaka NAGASAWA)

千葉大学大学院医学研究院法医学, 千葉大学大学院薬学研究院法中毒学 (〒260-8670 千葉県千葉市中央区亥鼻 1-8-1). 千葉大学大学院医学薬学府博士課程修了. 博士 (医学)・薬剤師. 《現在の研究テーマ》薬物死後再分布のメカニズム解析, 死後検体中のインスリン製剤分析法の開発. 《趣味》映画鑑賞.

E-mail: nagasawa.s@chiba-u.jp

日本分析化学会の機関月刊誌『ぶんせき』の再録集 vol. 3 が出版されました！ 初学者必見！ 質量分析・同位体分析の基礎が詰まった 293 ページです。

本書は書籍化の第三弾として、「入門講座」から、質量分析・同位体分析の基礎となる記事、合計 42 本を再録しました。『ぶんせき』では、分析化学の初学者から専門家まで幅広い会員に向けて、多くの有用な情報を提供し続けています。これまで掲載された記事には、分析化学諸分野の入門的な概説や分析操作の基礎といった、いつの時代でも必要となる手ほどきや現役の研究者・技術者の実体験など、分析のノウハウが詰まっています。

〈2003 年掲載 1 章 質量分析の基礎知識〉

- | | |
|--------------------|--------------------------|
| 1. 総論 | 7. 無機材料の質量分析 |
| 2. 装置 | 8. 生体高分子の質量分析 |
| 3. 無機物質のイオン化法 | 9. 医学, 薬学分野における質量分析法 |
| 4. 有機化合物のイオン化法 | 10. 食品分野における質量分析法 |
| 5. ハイフェネーテッド質量分析 I | 11. 薬毒物検査, 鑑識分野における質量分析法 |
| 6. タンデムマススペクトロメトリー | 12. 環境化学分野における質量分析法 |

〈2009 年掲載 2 章 質量分析装置のためのイオン化法〉

- | | |
|-----------------------|---------------------|
| 1. 総論 | 7. レーザー脱離イオン化 |
| 2. GC/MS のためのイオン化法 | 8. イオン付着質量分析 |
| 3. エレクトロスプレーイオン化—原理編— | 9. リアルタイム直接質量分析 |
| 4. エレクトロスプレーイオン化—応用編— | 10. 誘導結合プラズマによるイオン化 |
| 5. 大気圧化学イオン化 | 11. スタティック SIMS |
| 6. 大気圧光イオン化 | 12. 次世代を担う新たなイオン化法 |

〈2002 年掲載 3 章 同位体比分析〉

- | | |
|------------------|------------------|
| 1. 同位体比の定義と標準 | 4. 同位体比を測るための分析法 |
| 2. 同位体比測定の精度と確度 | 5. 生元素の同位体比と環境化学 |
| 3. 同位体比を測るための前処理 | 6. 重元素の同位体比 |

〈2016 年掲載 4 章 精密同位体分析〉

- | | |
|------------------------------------|---------------------------------------|
| 1. 同位体分析の基本原理 | 8. 小型加速器質量分析装置の進歩と環境・地球化学研究への応用 |
| 2. 表面電離型質量分析計の原理 | 9. 二次イオン質量分析装置の原理 |
| 3. 表面電離型質量分析計の特性とその応用 | 10. 二次イオン質量分析計を用いた高精度局所同位体比分析手法の開発と応用 |
| 4. ICP 質量分析法による高精度同位体分析の測定原理 | 11. 精密同位体分析のための標準物質 |
| 5. マルチコレクター ICP 質量分析装置による金属安定同位体分析 | 12. 質量分析を用いた化合物同定における同位体情報の活用 |
| 6. 加速器質量分析装置の原理 | |
| 7. 加速器質量分析の応用 | |

なお『ぶんせき』掲載時から古いものでは 20 年が経過しており、執筆者の所属も含め現在の状況とは異なる内容を含む記事もありますが、『ぶんせき』掲載年を明記することで再録にともなう本文改稿を割愛しました。これらの点については、執筆者および読者の方々にご了承いただきたく、お願い申し上げます。