

2017 年から 2019 年に水際で摘発された覚醒剤の プロファイル分析の結果について

佐々木良祐*, 松下 孝也*, 渡邊 裕之*

The summary of results about Profiling Program of Methamphetamine seized from 2017 to 2019 at Japan Customs

SASAKI Ryosuke*, MATSUSHITA Takaya* and WATANABE Hiroyuki*

*Central Customs Laboratory, Ministry of Finance 6-3-5, Kashiwanoha, Kashiwa, Chiba 277-0882 Japan

The Methamphetamine Profiling Program (MPP) that revealed the scientific characteristics of methamphetamine (MA) seized by Japan Customs started at Japan's Central Customs Laboratory (CCL) in 2007. In MPP, we compared the scientific characteristics of MA with each case, and we found the information that contributed to the offence investigation, such as resolution of the smuggling route, the relationship to other cases, and so on. Four types of experiment are conducted under the MPP, namely: (i) purity analysis, (ii) chirality analysis, (iii) stable isotope ratio analysis, and (iv) impurity analysis. In this study, we report the results of analysis about 383 samples from 269 cases.

1. 緒 言

関税中央分析所（以下、中分と略記する）では 2007 年から、水際で摘発された覚醒剤について、覚醒剤プロファイル分析を行っている。これは、覚醒剤の水際取り締まりの強化に資するため、水際で摘発された覚醒剤の科学的特徴を分析するものであり、その科学的特徴を過去に分析したものの科学的特徴と比較することで、密輸ルートの解明や関連する事案の有無など、犯則の調査に資する情報を得ている。現在中分では覚醒剤の科学的特徴を分析するため、純度分析、光学異性体分析、安定同位体比質量分析及び不純物分析を行っている。

密輸される覚醒剤の原料はエフェドリン類（エフェドリン及びプソイドエフェドリン）及びフェニルアセトンである。アジア、アフリカ及びヨーロッパ仕出しの覚醒剤は、エフェドリン類を原料とするものである。メキシコやアメリカ仕出しの覚醒剤も、10 年ほど前はエフェドリン類を原料とするものであったが、最近ではほとんどがフェニルアセトンを原料とするものである¹⁾。また、覚醒剤の製造方法は原料によって異なる。覚醒剤の原料及び合成経路を Fig. 1 に示す。原料がエフェドリン類の場合は、クロロエフェドリンを経由する Emde 法や、エフェドリン類を直接還元する Nagai 法などがある。フェニルアセトンの場合は、N-ホルミルメタンフェタミンを経由する Leuckart 法や、フェニルアセトンを

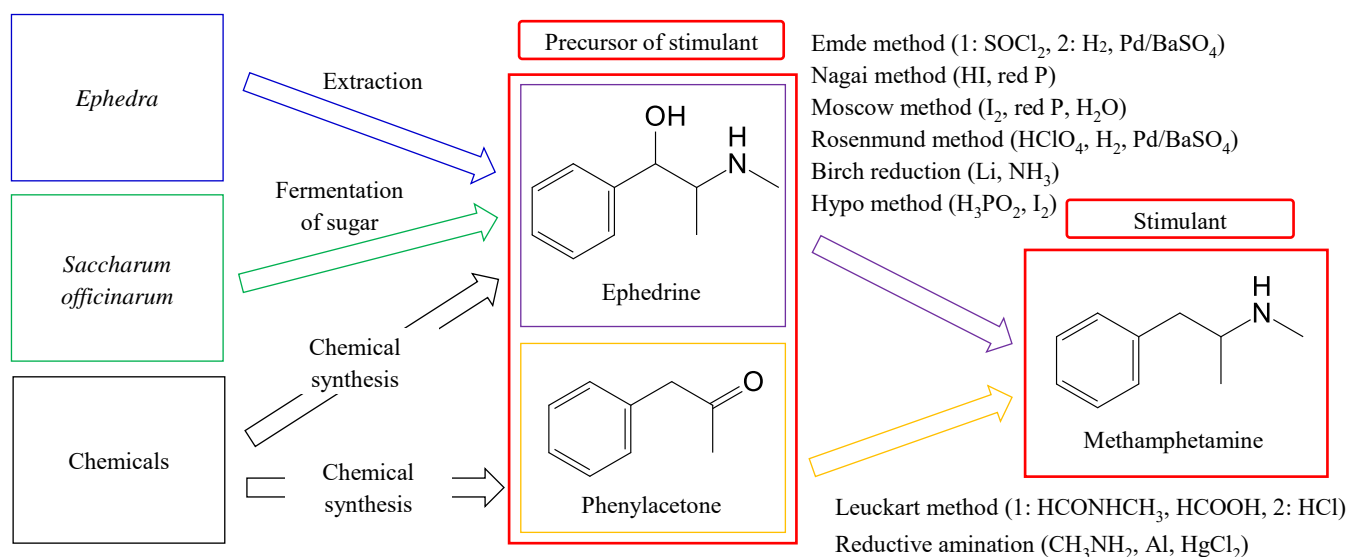


Fig. 1 Synthesis routes of methamphetamine

* 財務省関税中央分析所 〒277-0882 千葉県柏市柏の葉 6-3-5

直接アミン化させる Reductive Amination 法がある。

今回、2017 年から 2019 年までに水際で摘発された覚醒剤のプロファイル分析の結果について報告する。

2. 覚醒剤プロファイル分析の結果

2017 年から 2019 年に水際で摘発された覚醒剤のうち、中分で覚醒剤プロファイル分析を行ったものの件数と検体数を Table 1 に示す。

Table 1 Number of analysis under Methamphetamine Profiling Program

	2017	2018	2019	Total
Number of Cases	99	84	86	269
Number of Samples	187	98	98	383

2.1 純度分析

我が国で不法に流通している覚醒剤は、そのほとんどが純度の高い結晶状のものである²⁾。しかしながら、近年では覚醒剤の重量を増やすため、ジメチルスルホンなどを添加している場合がある³⁾。また、押収された不正薬物の純度を明らかにすることにより、供給側の供給能力や覚醒剤密売市場の状況などを推測することができる。

中分では、核磁気共鳴装置を用いて、水際で摘発された覚醒剤の純度を分析している。純度分析の結果を Table 2 に示す。

Table 2 Results of purity analysis

	2017	2018	2019	Total
< 90 %	44	12	7	63
≥ 90 %, < 98 %	35	23	24	82
≥ 98 %	108	63	67	238

2.2 光学異性体分析

覚醒剤には、右旋性 (d 体) 及び左旋性 (l 体) の光学異性体があり、またこれらの混合物 (dl 体) も存在する。光学異性体分析により、原料の推定や供給側の供給能力を伺い知ることができる。麻黄を抽出して得られたエフェドリン類や糖蜜発酵により得られたエフェドリン類を用いて作られた覚醒剤は d 体であり、我が国で乱用されている覚醒剤も d 体である²⁾。また、化学合成により得られたエフェドリン類やフェニルアセトンを用いて作られた覚醒剤は dl 体である。l 体はその効果が d 体のものの 10 分の 1 程度と言われており⁴⁾、dl 体はそのままでは効果が弱いため、通常は光学分割を行い、d 体を選択的に得ている。

中分では、高速液体クロマトグラフを用いて、水際で摘発された覚醒剤の光学異性体を確認している。光学異性体分析の結果を Table 3 に示す。

Table 3 Results of chirality analysis

	2017	2018	2019	Total
Dextrorotation	184	88	87	359
Mixture	0	3	5	8
Levorotation	3	7	6	16

2.3 安定同位体比質量分析

覚醒剤を構成する原子の安定同位体比は、覚醒剤の原料、製造方法等の違いにより異なった値を示す。このため、様々な研究がおこなわれている。Toske らによると、炭素の安定同位体比の値が -30.4 ‰以下の場合にはフェニルアセトンを、-29.2 ‰超の場合はエフェドリン類を、それぞれ原料とする覚醒剤である⁵⁾。また Salouros らによると、炭素の安定同位体比の値が -26.5 ‰超の場合は糖蜜発酵により得られたエフェドリン類を、炭素の安定同位体比の値が -26.5 ‰以下かつ窒素の安定同位体比の値が 2.5 ‰超の場合は麻黄抽出により得られたエフェドリン類を、炭素の安定同位体比の値が -26.5 ‰以下かつ窒素の安定同位体比の値が 2.5 ‰以下の場合には化学合成により得られたエフェドリン類を、それぞれ原料とする覚醒剤である⁶⁾。これらの報告を Fig. 2 に図示する。

中分では、元素分析/同位体比質量分析計を用いて、水際で摘発された覚醒剤の炭素、窒素及び水素の安定同位体比を確認している。これらの結果を Table 4 に示す。

Table 4 Results of stable isotope ratio analysis

	2017	2018	2019	Total
Area A	27	22	33	82
Area B-1	2	2	0	4
Area B-2	5	18	15	38
Area C-1	20	5	15	40
Area C-2	70	32	22	124
Area D	63	19	13	95

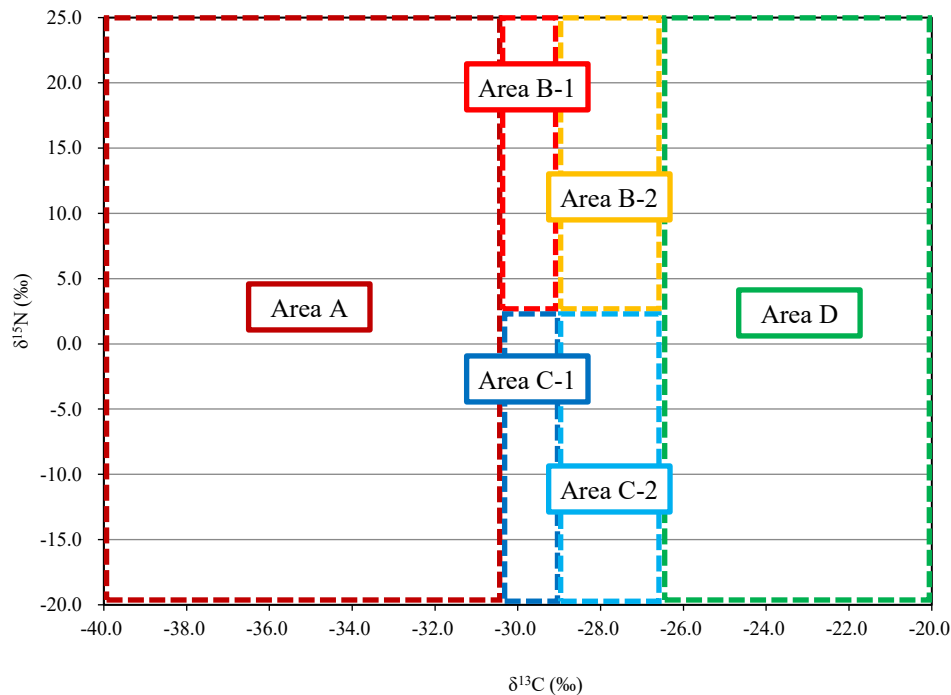


Fig. 2 Carbon-Nitrogen stable isotope ratio plot by the precursor; Area A: Phenylacetone ($\delta^{13}\text{C}$: ≤ -30.4 ‰), Area B-1: Mixture of Ephedrine (extracted from *Ephedra*) and Phenylacetone ($\delta^{13}\text{C}$: > -30.4 ‰ and ≤ -29.2 ‰, $\delta^{15}\text{N}$: > 2.5 ‰), Area B-2: Ephedrine extracted from *Ephedra* ($\delta^{13}\text{C}$: > -29.2 ‰ and ≤ -26.5 ‰, $\delta^{15}\text{N}$: > 2.5 ‰), Area C-1: Mixture of Ephedrine (synthesized from chemicals) and Phenylacetone ($\delta^{13}\text{C}$: > -30.4 ‰ and ≤ -29.2 ‰, $\delta^{15}\text{N}$: ≤ 2.5 ‰), Area C-2: Ephedrine synthesized from chemicals ($\delta^{13}\text{C}$: > -29.2 ‰ and ≤ -26.5 ‰, $\delta^{15}\text{N}$: ≤ 2.5 ‰) and Area D: Ephedrine generated from fermented sugar ($\delta^{13}\text{C}$: > -26.5 ‰)

2.4 不純物分析

密造された覚醒剤には様々な不純物が含まれており、原料や製造方法に特徴的な不純物についての研究が進められている^{2), 7-9)}。エフェドリン類を原料とするものに見られる不純物としては、エフェドリン類、アジリジン化合物及びナフタレン化合物が検出される¹⁰⁻¹²⁾。一方、フェニルアセトン为原料とするものに見られる不純物についても報告がある^{13,14)}。

エフェドリン類を原料とする覚醒剤には微量のエフェドリン類が残存することが多い¹⁰⁻¹²⁾。このため、中分では高速液体クロマトグラフを用いて、摘発された覚醒剤にエフェドリンが含まれているかを確認している。なお、覚醒剤原料がフェニルアセトンと考えられる場合でも、エフェドリン類が極めて僅かに検出される場合がある¹⁵⁾。

アジリジン化合物は、エフェドリン類を原料とする覚醒剤にエフェドリン類とともに検出される¹⁰⁻¹²⁾。またナフタレン化合物は、エフェドリン類を原料とするもののうち、Nagai 法のものに見られる特徴的な成分である¹⁰⁻¹²⁾。このため、中分ではガスクロマトグラフ質量分析計を用いて、水際で摘発された覚醒剤にアジリジン化合物及びナフタレン化合物が含まれているかを確認している。

また、密造された覚醒剤には上記の成分以外にも様々な不純物が含まれており、中には覚醒剤の重量を増やすことを目的に、ジメチルスルホンなどが意図的に混入されているものもある³⁾。このため、中分ではこのような原料や合成経路に由来しない不純物

についても、ガスクロマトグラフ質量分析計を用いてどのような不純物が含まれているかを確認している。

不純物分析の結果を Table 5 に示す。

Table 5 Results of impurity analysis

		2017	2018	2019	Total
Ephedrine	+	159	68	61	288
	—	28	30	37	95
Aziridine Compound	+	146	41	31	218
	—	41	57	67	165
Naphthalene Compound	+	63	16	13	92
	—	124	82	85	291
Dimethyl-sulfone	+	67	15	14	96
	—	120	83	84	287

+: detected, —: not detected

3. 資 料

2017 年から 2019 年までに水際で摘発された覚醒剤のうち、覚醒剤プロファイル分析を行ったものの炭素 - 窒素の安定同位体比のプロット図を Fig. 3 に示す。

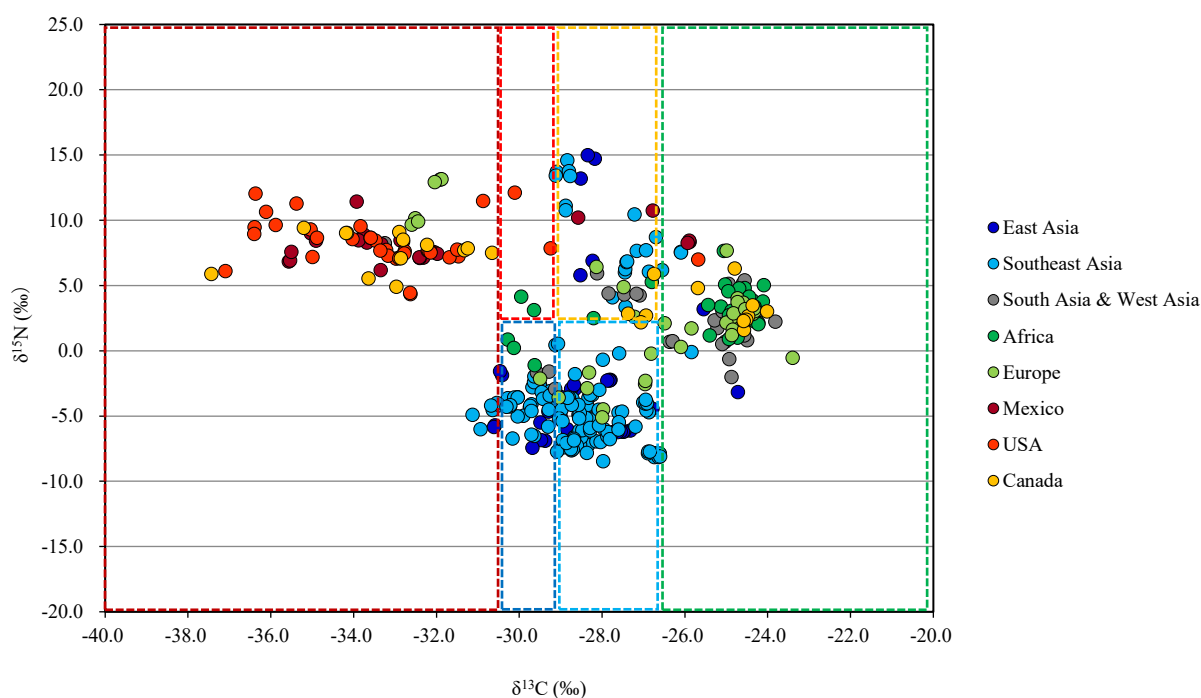


Fig. 3 Carbon-Nitrogen stable isotope ratio plot from 2017 to 2019

文 献

- 1) United Nations Office on Drugs and Crime: “Global SMART Update”, **22**, 4 (2019).
- 2) 小林寛也, 岩田祐子, 金森達之, 井上博之, 岸徹: 科学警察研究所報告法科学編, **53** (1), 1 (2000).
- 3) Hiroyuki Inoue, Kenji Kuwayama, Yuko T. Iwata, Tatsuyuki Kanamori, Kenji Tsujikawa and Hajime Miyaguchi: *Forensic Toxicology*, **26**, 19 (2008).
- 4) Hermann Emde; *Helvetica Chimica Acta*, **12**, 365 (1929).
- 5) Steven G. Toske, David R. Morello, Jennifer M. Berger and Etienne R. Vazquez: *Forensic Science International*, **234**, 1 (2014).
- 6) Helen Salouros, Gordon Sutton, Joanna Howes, D. Brynn Hibbert and Micheal Collins: *Analytical Chemistry*, **85** (19), 9400 (2013).
- 7) 渡部聡, 柴田正志, 片岡憲治: 関税中央分析所報, **42**, 73 (2002).
- 8) Natasha Stojanovska, Shanlin Fu, Mark Tahtouh, Tamsin Kelly, Alison Beavis and K. Paul Kirkbride: *Forensic Science International*, **224**, 8 (2013).
- 9) 岩田祐子, 桑山健次, 辻川健治, 金森達之, 井上博之: 分析化学, **63**, 221 (2014).
- 10) 岸徹, 井上堯子, 鈴木真一, 安田年博, 及川智正, 丹波口徹吉: 衛生科学, **29** (6), 400 (1983).
- 11) T. S. Cantrell, Boban John, Leroy Johnson and A. C. Allen: *Forensic Science International*, **39** (1), 39 (1988).
- 12) Harry F. Skinner: *Forensic Science International*, **48** (2), 123 (1990).
- 13) Robert P. Barron, Alice V. Kruegel, James M. Moore and Theodore C. Kram: *Journal of Association of Official Analytical Chemists*, **57** (5), 1147 (1977).
- 14) T. C. Kram and A. V. Kruegel, *Journal of Forensic Science*, **22** (1), 40 (1977).
- 15) 安藤利典, 秋元里美, 岡本健, 池田啓久, 倉島直樹: 関税中央分析所報, **56**, 71 (2016).