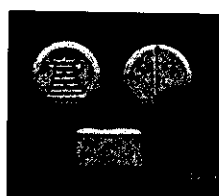


**Tower (154)**  
MDMA 106 mg  
Caffeine 35 mg



**Popeye (122)**  
MDMA 98 mg  
Caffeine 40 mg



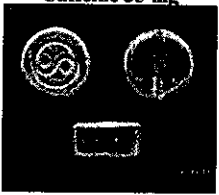
**Tower (108)**  
MDMA 98 mg  
Caffeine 29 mg



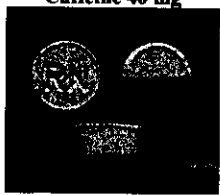
**Beared Face (118)**  
MDMA 88 mg  
Caffeine 28 mg



**Butterfly (151)**  
MDMA 80 mg  
Caffeine 27 mg



**Ying-Yang (155)**  
MDMA 78 mg  
Caffeine 69 mg



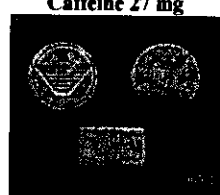
**"RN" (117)**  
MDMA 53 mg  
Caffeine 6 mg



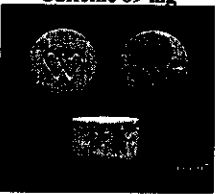
**Ying-Yang (119)**  
MDMA 38 mg  
Caffeine 62 mg



**Armani (163)**  
MDMA 138 mg  
Ephedrine 1 mg



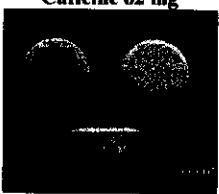
**Armani (195)**  
MDMA 132 mg  
Ephedrine 1 mg



**Two Hearts (123)**  
MDA 54 mg  
Ephedrine 40 mg



**Cross (182)**  
MDMA 139 mg  
MA 3 mg



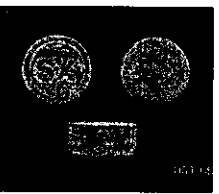
**no logo (171)**  
MDMA 135 mg  
MA 4 mg



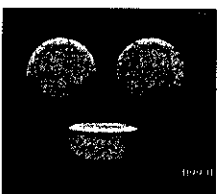
**no logo (160)**  
MDMA 117 mg,  
MA 6 mg  
Ketamine 8 mg



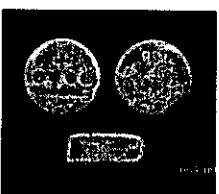
**Cross (169)**  
MDMA 104 mg  
MA 1 mg  
Ketamine trace



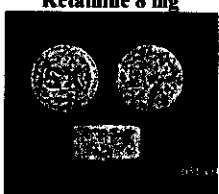
**"SX" (202)**  
MDMA 103 mg  
MA 3 mg  
Ketamine 1 mg



**no logo (148)**  
MDMA 100 mg  
MA 4 mg  
Ketamine trace



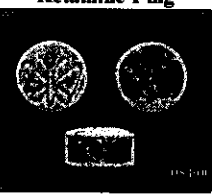
**Crown Cross (130)**  
MDMA 86 mg  
MA 2 mg  
Ketamine 5 mg



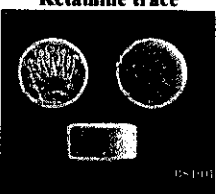
**"SX" (134)**  
MDMA 84 mg  
MA 3 mg  
Ketamine 4 mg



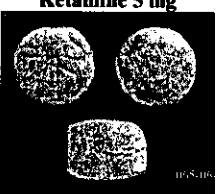
**"SX" (110)**  
MDMA 73 mg  
MA 2 mg  
Ketamine 4 mg



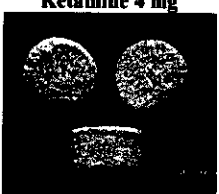
**Butterfly (200)**  
MDMA 70 mg  
MA 12 mg  
Ketamine 4 mg



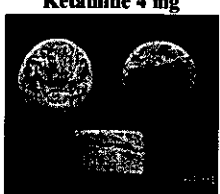
**Crown (Clear) (197)**  
MDMA 68 mg  
MA 10 mg  
Ketamine 4 mg



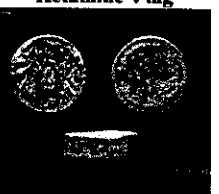
**Spider (133)**  
MDMA 64 mg  
MA 21 mg  
Ketamine 43 mg



**Crown (Ruff) (128)**  
MDMA 50 mg  
MA 11 mg  
Ketamine 21 mg



**Crown (Ruff) (167)**  
MDMA 50 mg  
MA 8 mg  
Ketamine 3 mg



**"V2K" (146)**  
MDMA 43 mg  
MA 10 mg  
Ketamine 64 mg



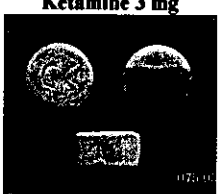
**"Y2K" (120)**  
MDMA 38 mg  
MA 16 mg  
Ketamine 48 mg



**"Y2K" (121)**  
MDMA 37 mg  
MA 16 mg  
Ketamine 52 mg



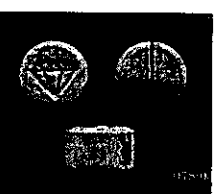
**Mitsubishi (152)**  
MDMA 5 mg  
MA 2 mg  
Ketamine trace



**"cK" (170)**  
MDMA 27 mg  
MA 7 mg  
Caffeine 13 mg  
Ketamine 7 mg



**Diamond (185)**  
MDMA 133 mg  
Caffeine 29 mg  
Ketamine 11 mg  
Ephedrine 4 mg



**Diamond (194)**  
MDMA 86 mg  
Caffeine 28 mg  
Ketamine 10 mg  
Ephedrine 4 mg

Table 1. Physical and Chemical Characteristics of Ecstasy tablets seized in Japan.

ID No.	Logo	Diameter	Thickness (mm)	Weight (mg)	Outside color	Active Ingredients (% per a tablet)
101	"B29"	8.3	4.7	287	blue	MDMA (55)
102	"B29"	8.3	4.5	285	brown	MDMA (53)
103	"I"	8.3	3.3	205	yellow	MDMA (31)
104	Bird (Fry)	7.1	3.0	140	blue	MDMA (64)
105	Mickey Mouse	7.1	4.3	225	brown	MDMA (39)
106	Motorola	8.5	3.6	140	brown	MDMA (36)
107	Mitsubishi	9.3	4.4	297	grey	MDMA (22)
108	Tower	8.2	5.0	325	yellow	MDMA (30) Caffeine (9)
109	Smiley	7.1	3.5	168	orange	MDMA (24)
110	"SX"	8.1	4.3	218	orange	MDMA (33) methamphetamine (1) ketamine (2)
111	"007"	7.2	4.7	224	brown	MDMA (22)
112	Propeller	10.1	4.4	305	white	MDMA (19)
113	Crocodile	8.1	4.6	227	grey	MDMA (38)
114	Smiley	7.2	4.2	202	green	MDMA (34)
115	Fish	7.2	3.0	139	blue	MDMA (30)
116	"FF"	7.1	5.2	256	yellow	MDMA (31)
117	"RN"	8.1	3.9	216	green	MDMA (25) caffeine (3)
118	Bearded Face	8.2	5.2	309	yellow	MDMA (28) caffeine (9)
119	Ying-Yang	8.2	4.3	259	white	MDMA (15) caffeine (24)
120	"Y2K"	9.1	3.2	207	green	MDMA (18) methamphetamine (8) ketamine (23)
121	"Y2K"	9.2	3.4	209	green	MDMA (18) methamphetamine (8) ketamine (25)
122	Popeye	8.6	4.2	261	white	MDMA (38) caffeine (15)
123	Two Hearts	8.1	5.1	226	purple	MDA (24) ephedrine (18)
124	Mitsubishi	8.2	5.4	311	white	MDMA (20)
125	Armani	8.9	4.7	315	white	MDMA (19)

ID No.	Logo	Diameter	Thickness (mm)	Weight (mg)	Outside color	Active Ingredients (% per a tablet)
126	"cK"	8.2	4.9	304	grey	MDMA (32)
127	Hole	8.5	4.5	282	green	MDMA (15)
128	Crown(Ruff)	8.8	5.8	204	white	MDMA (25) methamphetamine (5) ketamine 10
129	"XL"	8.2	4.9	294	orange	MDMA (33)
130	Crown(Cross)	9.1	4.1	221	brown	MDMA (39) methamphetamine (1) ketamine (2)
131	"CU"	8.1	4.6	262	green	MDMA (33)
132	Cellular Phone	9.2	4.3	274	white	MDMA (20)
133	Spider	9.2	7.0	260	blue	MDMA (25) methamphetamine (8) ketamine (17)
134	"SX"	8.1	4.2	234	brown	MDMA (36) methamphetamine (1) ketamine (2)
135	Tulip	8.4	6.5	348	brown	MDMA (46)
136	"XL"	8.2	4.8	265	orange	MDMA (55)
137	Star	8.6	6.2	328	green	MDMA (24)
138	Mercedes	7.1	2.6	105	white	MDMA (35)
139	Lozenge	7.2	3.3	161	white	MDMA (35)
140	Superman	9.2	3.6	281	white	MDMA (21)
141	Smurf	9.1	3.8	280	white	MDMA (19)
142	"007"	8.1	5.0	311	red	MDMA (23)
143	no logo	7.3	4.5	179	orange	MDMA (37)
144	Butterfly	8.0	5.0	307	yellow	MDMA (21)
145	Lozenge	7.1	3.3	165	white	MDMA (37)
146	"V2K"	9.2	3.0	234	orange	MDMA (18) methamphetamine (4) ketamine (27)
147	Mitsubishi	8.0	5.0	304	yellow	MDMA (34)
148	no logo	8.1	4.3	254	green	MDMA (39) methamphetamine (2) Ketamine trace
149	"888"	8.2	4.3	217	rose	MDA (35)
150	Mitsubishi	9.0	5.0	319	white	MDMA (20)
151	Butterfly	9.2	4.4	326	green	MDMA (25)
152	Mitsubishi	9.4	5.0	306	green	MDMA (2) methamphetamine (1) Ketamine trace
153	Smiley	7.1	3.2	180	orange	MDMA (26)

ID No.	Logo	Diameter	Thickness (mm)	Weight (mg)	Outside color	Active Ingredients (% per a tablet)
154	Tower	8.1	5.0	333	yellow	MDMA (32) caffeine (11)
ID No.	Logo	Diameter	Thickness (mm)	Weight (mg)	Outside color	Active Ingredients (% per a tablet)
155	Ying-Yang	8.30	4.40	268	white	MDMA (29)
156	Cross	8.40	4.90	280	yellow	MDMA (55)
157	Doublestack HQ	8.20	5.40	321	orange	MDMA (47)
158	"SKY"	8.10	4.70	268	blue	MDMA (46)
159	BMW	8.70	4.30	238	green	MDMA (52)
160	no logo	8.90	5.40	344	green	MDMA (34) methamphetamine (2) Ketamine (2)
161	Versace Head	8.20	4.80	249	rose	MDMA (28)
162	Fetus	8.60	4.60	212	yellow	MDMA (43)
163	Armani	8.20	4.80	271	yellow	MDMA (51) Ephedrine (0.4)
164	"888"	8.30	4.20	222	rose	MDA (18)
165	Bird (Fry)	7.20	4.80	185	grey	MDMA (40) methamphetamine (3)
166	"SKY"	8.10	4.60	282	blue	MDMA (46)
167	Crown (Ruff)	8.70	6.00	185	white	MDMA (27) methamphetamine (4) Ketamine (2)
168	Versace Head	8.10	4.80	256	rose	MDMA (29)
169	Cross	8.20	5.00	216	yellow	MDMA (48) methamphetamine (0.5) Ketamine trace
170	"cK"	8.10	4.60	196	green	MDMA (14) methamphetamine (4) Ketamine (4)
171	none	8.10	4.40	246	green	MDMA (55) methamphetamine (2)
172	"B29"	8.40	4.60	261	brown	MDMA (55)
173	Mitsubishi	6.10	4.40	149	white	MDMA (32)
174	Chanel (Small)	7.00	3.90	165	green	MDMA (44)
175	Mitsubishi	8.20	5.30	297	white	MDMA (31)
176	Bearded Face	8.20	5.10	331	yellow	MDMA (45)
177	Crown	8.30	4.80	277	rose	MDMA (58)
178	"FF"	7.10	5.20	210	yellow	MDMA (33)
179	Smiley	7.40	4.30	173	green	MDMA (49)
180	"TP"	5.10	4.10	237	yellow	MDA (20)
181	CHI	7.20	4.20	159	white	MDMA (49)
182	Cross	8.20	4.10	221	yellow	MDMA (63) methamphetamine (1)

ID No.	Logo	Diameter	Thickness (mm)	Weight (mg)	Outside color	Active Ingredients (% per a tablet)
183	"SKY"	8.10	4.50	263	blue	MDMA (44)
184	Mitsubishi	8.90	4.50	314	white	MDMA (34)
185	Diamond	8.20	5.30	351	green	MDMA (38) Ketamine (3) Ephedrine (1)
186	CHI	7.20	4.30	193	white	MDMA (48)
187	Three Pointed Crown	8.20	3.10	191	white	MDMA (51)
188	Flag	7.30	5.20	213	white	MDMA (35)
189	Cross	8.30	4.90	174	yellow	MDMA (54)
190	Bird (Fry)	6.70	5.00	182	orange	MDMA (43)
191	Smurf	9.10	3.20	238	white	MDMA (39)
192	Bearded Face	8.20	5.10	339	yellow	MDMA (43) Caffeine (9)
193	Tower	8.20	5.00	325	yellow	MDMA (45) Caffeine (10)
194	Diamond	8.20	5.20	320	green	MDMA (35) Caffeine (9) Ketamine (3) Ephedrine (1)
195	Armani	8.20	4.80	269	yellow	MDMA (49) Ephedrine (0.4)
196	"SKY"	8.50	4.80	152	rose	MDMA (45)
197	Crown (Clear)	8.20	4.50	253	white	MDMA (27) Methamphetamine (4) Ketamine (2)
198	Bacardi Bat	9.20	3.20	241	green	MDMA (17)
199	Durex logo-safe sex	9.00	3.20	249	grey	MDMA (17)
200	Butterfly	8.20	4.80	261	blue	MDMA (27) Methamphetamine (5) Ketamine (2)
201	Butterfly	8.10	4.10	230	white	MDMA (32)
202	"SX"	8.10	4.20	245	brown	MDMA (42) Methamphetamine (1) Ketamine (0.4)

## 研究協力報告書

### タイにおけるアンフェタミン型覚せい剤乱用傾向と そのデータ収集に関する研究

研究協力者 寺崎 隆弘 UNODC 東アジア太平洋地域センター プロジェクト専門家

**研究要旨** タイの関係当局において把握されているアンフェタミン型覚せい剤(ATS)を中心とする薬物乱用状況に関するデータを調査し、薬物乱用傾向について考察した。その結果、1990年以降覚せい剤メタンフェタミンを含有する錠剤の乱用が主流となっているが、2002年から2003年にかけては、その乱用傾向は減少傾向を示しており、結晶メタンフェタミンやMDMAなどの合成麻薬の乱用が増加傾向を示している。薬物乱用に関するデータについては、「逮捕者数・押収量関係統計」「全国民調査」「学校調査」「中毒者治療に関する調査」「注射による薬物使用者に関するHIV調査」の他、適宜「薬物乱用に関する特別調査」などが実施されていることが判明した。

#### A. 研究目的

タイにおける、アンフェタミン型覚せい剤(ATS: Amphetamine-Type Stimulants)を中心とする薬物乱用傾向を把握するとともに、当該情報を収集する為のシステムを調査することを目的とした。

#### B. 研究方法

タイの麻薬取締委員会事務局(ONCB: Office of Narcotics Control Board)の需要削減担当部局より関連資料を入手するとともに、UNODCのATSを中心とした薬物乱用に関する質問書(Regional ATS Questionnaire-Monitoring Demand for ATS in East Asia and the Pacific)の回答を分析し、各調査データから得られるATSを中心とする薬物乱用傾向を考察した。

#### C. 結果

##### 1. 薬物乱用の概要

「ヤーバー」と呼ばれるメタンフェタミ

ン錠の乱用が急激に増加し始めたのは1990年以降であり、現在においても乱用の主流はこのメタンフェタミン錠剤である。国全体の薬物乱用者数は、約300万人(人口の約5%)であり、毎年新たに25,000人の乱用者が増加していると推定されている。2001年に行われた全国家庭調査によると、12-65歳人口の7.8%(約350万人)がメタンフェタミンの乱用経験を持ち、2.4%(約110万人)が過去1年以内にメタンフェタミンの乱用経験を持っている。過去一年以内に乱用経験のある者を現在の乱用者と考えると、メタンフェタミンの現在乱用者数は、大麻の現在乱用者数1.5%(約67万人)より多く、現在、タイ国内で最も乱用されている薬物は、メタンフェタミンであるといえる(表1)。

##### 2. タイにおける薬物乱用情報収集システム

タイにおいては、薬物乱用者治療に関するデータおよび逮捕者数や押収量等の

犯罪統計が毎年まとめられている他、全国民(家庭)調査、学校調査、特定集団に対する調査などが定期的実施されている(表2)。

犯罪統計を除く情報収集の為の調査は主に ONCB が中心となり、UNODC 等の国連機関や全国の大学等と協力して実施されている。

更に、タイには薬物乱用学術ネットワーク行政委員会 (Administrative Committee on Substance Abuse Academic Network)があり、薬物乱用傾向に関する情報を得ることができる。この委員会は月に一回、若しくはそれ以上の頻度で会合を持ち、タイで実施された薬物乱用に関する調査について分析、検討を実施している。

### 3. 薬物乱用傾向

2002 年 1 年間にタイにおいて乱用が報告された薬物は、大麻、ヘロイン、あ

へん、モルヒネ、コカイン、アンフェタミン、メタンフェタミン、エクスタシー、バルビタール類、ベンゾジアゼピン類、ケタミン、シンナー等吸引剤、咳止めシロップの 13 タイプの薬物で、このうち大麻、ヘロイン、モルヒネ、ケタミン、シンナー等吸引剤、咳止めシロップの乱用は増加傾向にあり、メタンフェタミンの乱用は減少傾向にある(表3)。

ATS に関して 2002 年 1 年間の乱用傾向は表 4 のとおりであり、最も乱用度の高いメタンフェタミン錠剤(ヤーバー)は減少傾向にあるもののエクスタシー及び結晶メタンフェタミンでは増加傾向にある。また、いずれの ATS もその主な摂取方法は吸煙によるものである。

### 4. 青少年の乱用

青少年(12 - 22 歳)の乱用を調査する全国学校調査は 2002 年に行われているが、一般の成人(12 - 65 歳)の乱用状況に比べ

表 1. 薬物乱用者数の推計 (12-65 歳人口に対する調査)

乱用薬物名	生涯経験者数 (%)	過去 1 年経験者数 (%)
大麻	542 万 5,300 人 (12.1 %)	66 万 7,200 人 (1.5 %)
クラトン*	210 万 5,800 人 (4.7 %)	64 万 3,800 人 (1.4 %)
あへん	90 万 7,000 (2.0 %)	3 万 8,600 人 (0.1 %)
ヘロイン	93 万 3,900 人 (2.1 %)	19 万 9,700 人 (0.4 %)
吸引剤	27 万 4,200 人 (0.6 %)	2 万 2,700 人 (0.1 %)
メタンフェタミン	349 万 1,600 人 (7.8 %)	109 万 2,500 人 (2.4 %)
エクスタシー	36 万 100 人 (0.8 %)	4 万 6,500 人 (0.1 %)
ケタミン	4 万 700 人 (0.1 %)	7,200 人 (0.02 %)
コカイン	5 万 2,800 人 (0.1 %)	4,900 人 (0.01 %)
全薬物	731 万 2,200 人 (16.4 %)	194 万 2,100 人 (4.3 %)

\* クラトンはタイ国特有の植物(*Mitragyna Speciosa*)由来の乱用薬物で、興奮作用を持つが、コカイン、メタンフェタミンよりも作用は弱い。多くは地方の農民によって乱用される薬物。

(2001 年 ONCB)

表2：タイで把握可能な情報源

全国民(家庭)調査
学校調査
特定集団に対する調査
注射による薬物使用者に関する HIV 調査
薬物中毒治療に関する調査
逮捕者数・押収量等の犯罪統計

ると格段に乱用者数は少ない。大麻とメタンフェタミンが最も乱用されている薬物で、シンナー等の吸引剤が次いでいる。エクスタシー、ヘロイン、あへん、コカインの乱用は非常に少ない(表5)。

#### 5. 薬物中毒治療

タイ国内での薬物治療に関するデータは、全国の薬物治療センターから毎年統一様式による報告がなされており、タイでは保健省(Ministry of Public Health)がこれを管轄している。

タイ国内には938の薬物治療センターがあり、この内841施設が公立で、97施設が私立である。これらの施設で治療を受けた患者のほとんどがヘロイン若しくはメタンフェタミンの乱用者であり、2002年における治療者数の割合は、ヘロイン43.2%、メタンフェタミン40.7%であった(表6)。

治療を受けた患者の薬物摂取方法についてはヘロインとメタンフェタミンに大きな違いがあり、治療を受けたヘロイン中毒患者の82.3%が注射器による薬物使用者(IDU:Injecting Drug Use)であったのに対して、治療を受けたメタンフェタミン中毒患者のうちIDUは0.4%であった。

表3：乱用薬物とその乱用傾向

乱用薬物名	乱用傾向
大麻	増加
ヘロイン	増加
あへん	減少
モルヒネ	増加
コカイン	一定
アンフェタミン	一定
メタンフェタミン	減少
エクスタシー	一定
バルビタール類	減少
ベンゾジアゼピン類	減少
ケタミン	増加
シンナー等吸引剤	増加
咳止めシロップ	増加

#### D. 考察

タイにおける薬物乱用は、メタンフェタミンの乱用がその中心であるという点で日本と同様である。タイでの乱用の中心である「ヤーバー」と呼ばれるメタンフェタミン錠剤は、メタンフェタミンの含有率が25-30%であり、日本やフィリピンで乱用されるメタンフェタミン結晶は純度100%に近いものである。メタンフェタミンの乱用被害を考えると日本の方が事態は深刻であり、タイ政府も日本と同じメタンフェタミン結晶の乱用傾向が増大していることに大きな危惧を持っている。また、MDMAを中心とするエクスタシーといった合成麻薬錠剤の乱用が若者を中心に広がってきている点も日本と同様である。

タイには在留届出ベースで、約2万5



表4：ATSの乱用傾向・摂取方法

ランク	乱用されるATS	乱用傾向	摂取方法
1	メタンフェタミン錠剤	減少	吸煙
2	エクスタシー	増加	吸煙
3	粉末メタンフェタミン	一定	吸煙
4	結晶メタンフェタミン	増加	吸煙

ランクは、1が最も乱用度の高いATSで、4が最も乱用度の低いATSを示す。

表5. 青少年薬物乱用者数の推計

乱用薬物名	生涯経験者	過去1年経験者
大麻	1.6%	0.9%
ヘロイン	0.1%	0.04%
あへん	0.1%	0.02%
コカイン	0.05%	0.03%
メタンフェタミン	1.5%	0.7%
エクスタシー	0.2%	0.1%
シンナー等吸引剤	0.8%	0.4%

2002年 12-65歳人口に対する調査

表6：薬物別中毒治療者数 (%)

ヘロイン	27,669 (43.2%)
メタンフェタミン	26,101 (40.7%)
その他のオピオイド	5,357 (8.4%)
アルコール	2,762 (4.3%)
吸引剤	1,123 (1.8%)
大麻	1,032 (1.6%)
合計	64,074 (100%)

2002年 保健省統計

表7. タイに関する基本情報

面積	513千k㎡ (日本の約1.4倍)
バンコク都	1562.2k㎡ (東京23区面積の約2.5倍)
人口	6,23万人(2001年)、男子3140万人、女子3091万人
平均寿命	72.48歳、69.97歳(男子)、74.99歳(女子)
人口増加率	1.00%(2001年)
平均国民所得	2,160米ドル
国民一人あたりの保健関連予算	349米ドル
薬物乱用者数 (推計)	約300万人(人口の約5%)、(2002年)
在留日本人数	28,776人 (2003年10月1日在留届出ベース)
日本人援護事案 (薬物犯罪)	1,953件 (24件) (2003年)

千人の日本人が滞在しており、短期滞在者をふくめると常時 4~5 万人の日本人が滞在しているものと推定されている。薬物犯罪に巻き込まれる日本人も多く、タイにおける薬物乱用問題は日本の薬物乱用問題と密接に関係するものとする(表 7)。

筆者は、国連薬物犯罪事務局(UNODC: United Nations Office on Drugs and Crime) アジア太平洋地域センター(RC: Regional Centre for East Asia and the Pacific)において、ATS の乱用状況のデータ収集に関するプロジェクト(Project F97: Improving ATS Data and Information System)に従事していた。薬物乱用自体が犯罪であることから、薬物乱用の実態を把握することは非常に困難である。その国が日本のように薬物乱用者も厳しく検挙している場合は、薬物取締法違反での逮捕者数も当該薬物の乱用者数の目安にはなる。また、病院を中心とする薬物治療施設において治療を施した患者の統計も乱用者の実態を知る大きな要素である。直接的に薬物乱用の実態を探る一般的な方法としてアンケートを中心とする全住民調査、学校調査などがあり、タイでもこれらの調査が定期的に行われている。ここでは、その調査結果のまとめを含めて掲載しているが、データの抽出方法についての記述があいまいで今後これらのデータ抽出方法やデータの分析方法を検討する必要がある。

#### E. 結論

タイにおいて2003年2月からタクシン首相の主導によって、「薬物に対する戦争」(War on Drugs)が展開され、特に薬物密売に対する徹底した取締りが実施され

た。タイ政府の発表によると2003年末にはタイにおいて薬物問題は制圧下にあるとされている。薬物取締関係政府当局者との面接においても「タイ国内で現在(2003年末)薬物乱用者はほとんど存在しない。」と公言する者もあった。今後の薬物乱用状況に関するデータによって、今回の政府の施策(War on Drugs)の成果を確認し、評価する必要があるものとする。

また、今回の研究に際してタイ政府(ONCB)に回答を依頼した質問書(Regional ATS Questionnaire)は、タイだけではなくプロジェクト対象国であるカンボジア、中国、ラオス、インドネシア、ミャンマー、フィリピン、ベトナムにも配布している。今後当該国のデータをあわせて、東南アジア地域の薬物乱用の実態の比較検討を行いたい。

#### F. 参考資料

1. Thailand Narcotics Annual Report 2002 (ONCB)
2. Thailand Country Report 2003 (Ministry of Public Health)
3. ATS in East Asia and the Pacific (2004 UNODC RC)
4. Review and assessment of the current organizational structure of the ONCB and its capacity to understand and respond to the emergent issues of drug abuse related HIV (2003 UNODC RC)
5. "War on Drugs" Concept and Strategy (2003 ONCB)
6. Asian Harm Reduction Network (AHRN) Newsletter. 2003. Issue No. 32-33
7. AHRN 1998. Hidden Epidemic
8. 在タイ日本国大使館ホームページ (<http://embjap-th.org/>)

## 研究協力報告書

### 乱用薬物の化学反応性と生体への影響に関する基礎的研究

協力研究者 福原 潔 国立医薬品食品衛生研究所有機化学部 室長

研究要旨 乱用薬物の化学反応性に基づいた分解物のデータベースを作成できれば、分解物による化学的な情報が得られ様々な分野への利用が可能となる。本研究では psilocin について、化学反応性を明らかにして分解物について検討した。その結果、psilocin の 4 位の水酸基が非常に酸化されやすく、serotonin と同様の酸化分解反応が進行する可能性が示唆された。この結果は、psilocin が酸素や光に非常に不安定であることを示しており、profiling analysis における流通ルートの解明等において分解物からの化学情報が利用できるものと考えられる。また、psilocin は酸化されやすい性質によって生体内でも特徴的な代謝反応及び生体への何らかの影響を引き起こすことが予測され、酸化ストレスによって生体内で発生するラジカル種で容易に酸化されること、また、psilocin が金属イオン存在下、DNA に対して酸化的損傷を引き起こすことを明らかにした。

#### A. 研究目的

乱用薬物の不正取引の取締対策では profiling analysis による化学情報が活用されている。この場合、殆どの研究が密造された乱用薬物の合成ルートや原料化合物の特定を目的として、合成過程で副成する不純物の解析を中心に行われている。一方、乱用薬物は長期保存によって分解反応が進行することが考えられるが、その分解反応は保存状態(温度、湿度、光等)によって大きく異なることが予測される。従って、乱用薬物の流通ルートを解明する際に分解生成物に焦点を当てた profiling analysis も重要であり、押収した乱用薬物の分解生成物の同定とその生成パターンを明らかにすることによって、流通源を特定することが可能と考えられる。特に天然物由来乱用薬物の流通ルートの解明には、分解物の解析は必須であ

り、比較的不安定な psilocin や psilocibin を含有しているマジックマッシュルームについては早急に分解反応について検討することが必要である。本研究では psilocin の分解反応を酸化剤として有機酸素ラジカルを用いて解析して、分解における構造特異性について検討した。また、金属イオン存在下における psilocin の生体影響についても検討を行い、一電子酸化機構を伴った毒性発現機構を明らかにした。

#### 研究方法

##### 1. Galvinoxyl Radical による psilocin の分解反応の速度論的解析

psilocin の有機酸素ラジカルに対する反応性を Galvinoxyl Radical( $G\cdot$ )を用いて解析する。石英セル(光路長 1cm)に  $G\cdot$  溶液( $2.6 \times 10^{-6} M$ )のアセトニトリル溶液 3

mL をアルゴンバブルすることにより酸素を除去した。一方、psilocin のアセトニトリル溶液を別途調整し、同様にアルゴンバブルにより酸素を除去した。分光光度計として Hewlett-Packard 8453 フォトダイオードアレーを用い、kinetic モードで G $\cdot$  溶液を均一に攪拌させながら、10 倍濃度以上の psilocin 溶液をマイクロシリンジを用いて加えた。擬一次反応速度定数( $k_{\text{obs}}$ )は Apple 社の Macintosh パーソナルコンピュータ上で KaleidaGraph を用いて最小 2 乗法により行った。ln( $A_{\infty} - A$ ) vs  $t$  の擬一次プロットは  $\rho > 0.999$  の係数で 3 半減期以上、直線フィットできた。

## 2. 金属イオン存在下におけるサイロシンの DNA 切断活性

20 mM psilocin の DMF 溶液 5  $\mu$ L、0.5 mM FeCl $_3$  または CuCl $_2$  水溶液 10  $\mu$ L、100 mM リン酸ナトリウム緩衝液 (pH 7.0) 80  $\mu$ L 及び pBR 322 Plasmid DNA 水溶液 5  $\mu$ L を反応容器に加え転倒攪拌にて混和、スピンドウンを行った。37°C で 40 時間インキュベート後、エタノール沈殿を行い 1% アガロース電気泳動に供した。エチジウムブロミド染色後、UV トランスイルミネーターによって DNA バンドを解析した。

## 研究結果

### 1. 有機酸素ラジカルによる psilocin の酸化反応の速度論的解析

有機酸素ラジカルとして Galvinoxyl Radical (G $\cdot$ ) を用いて psilocin との反応について速度論的解析を行った。嫌気性条件下、G $\cdot$  のアセトニトリル溶液に psilocin を加えると G $\cdot$  に由来する 428nm の吸収が減少した(Fig. 1)。この反応を

psilocin の濃度を G $\cdot$  の 10 倍以上で行うと 428nm の減少は擬一次反応で減少することがわかった(Fig. 1; Inset)。そこで、psilocin の濃度を変えて求めた  $k_{\text{obs}}$  から、psilocin から G $\cdot$  への水素移動速度定数 ( $k_{\text{HT}}$ ) を  $5.58 \times 10^3 \text{ M}^{-1} \text{ s}^{-1}$  と決定した。同様の反応をラジカル消去剤として代表的な catechin と quercetin について測定して  $k_{\text{HT}}$  をそれぞれ、catechin:  $2.34 \times 10^2 \text{ M}^{-1} \text{ s}^{-1}$ 、quercetin:  $1.08 \times 10^3 \text{ M}^{-1} \text{ s}^{-1}$  と決定した。この結果より、psilocin は、catechin や quercetin などの天然抗酸化剤よりも G $\cdot$  に対しては非常に速い反応速度で酸化反応が進行することが明らかとなった。次に psilocin の酸化反応における構造的特徴を明らかにする為に、psilocin の 4 位の水酸基をベンジルで保護した 4-O-benzyl- psilocin の  $k_{\text{HT}}$  を同様の方法で測定した。その結果、 $2.56 \times 10^3 \text{ M}^{-1} \text{ s}^{-1}$  と決定され、4 位の水酸基を保護することによって psilocin の酸化されにくくなることがわかった。

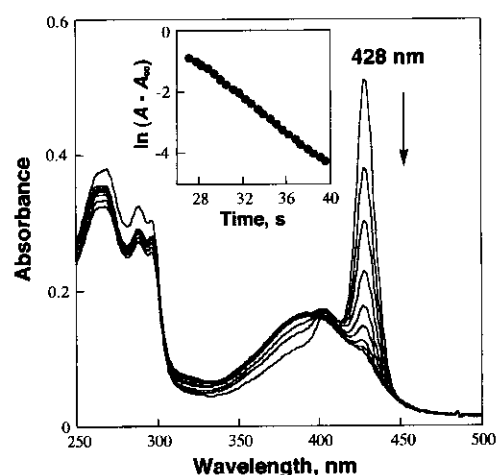


Fig.1. Spectral change in the reaction of psilocin ( $5.28 \times 10^{-5} \text{ M}$ ) with G $\cdot$  ( $5.08 \times 10^{-6}$ ) in deaerated acetonitril at 298 K. Inset: first-order plot based on the absorption change at 428 nm.

Table 1. Result of DNA cleaving reaction of psilocin and O-benzylpsilocin in the presence of metal

	blnk	Cu <sup>2+</sup>			Fe <sup>3+</sup>		
		-	Psi	BnPsi	-	Psi	BnPsi
Form I (%)	92	90	9	88	89	78	90
Form II (%)	8	10	91	12	11	22	10

## 2. Psilocin の金属イオン存在下における DNA 損傷能の解析

pBR322DNA を用いて psilocin および 4-O-benzylpsilocin の DNA 切断活性を Fe<sup>3+</sup> および Cu<sup>2+</sup> 存在下で検討した。PBR322 は損傷の程度により、Form I (スーパーコイル、未損傷) から Form II (開環状 DNA)、さらに Form III (直鎖状 DNA) へと高次構造が変化する。アガロースゲル電気泳動により分離した各 Form に由来する電気泳動バンドの検出・定量を行い、Form I の残存率から DNA 切断活性を求めた。(Table 1) その結果、psilocin は CuCl<sub>2</sub> 存在下、強力に DNA を切断した。また、FeCl<sub>3</sub> 存在下においても明らかに DNA 切断活性がみられたが CuCl<sub>2</sub> 存在下と較べるとかなり弱かった。一方、4 位の水酸基を保護した 4-O-benzylpsilocin の DNA 切断反応は両金属イオン存在下、殆ど進行しないことから、psilocin の DNA 切断活性には 4 位の水酸基が大きく影響していることがわかった。Psilocin による DNA 切断は psilocin が金属イオンを触媒として酸素を還元活性化していることが予測される。そこで、CuCl<sub>2</sub> 存在下による psilocin の DNA 切断反応を活性酸素消去剤存在下で行ってみた。その結果、DNA 切断反応は過酸化水素の消去剤であるカタラーゼおよび一価の銅の捕獲剤である bathocuproine によって抑制され、

活性酸素が発生していることがわかった。また、DMSO およびエタノールは DNA 切断活性に影響を与えないことから、銅結合型の活性酸素が発生していることがわかった。

## D. 考察

Psilocin のようにインドール骨格を有する化学物質は酸化反応を受け易い為、保存状態によっては多くの酸化分解物が生成してくることが予測される。インドール骨格を有する化合物は生体内でも様々な酸化体へと代謝され、例えばトリプトファンはジオキシゲナーゼによってインドール骨格が開裂して *N*-ホルミルキヌレニンが生成することが報告されている。一方、psilocin と同様のヒドロキシインドール骨格を有し、水酸基の位置が異なる serotonin は、生体では水酸化代謝反応が進行して 4,5-ジヒドロキシインドールへと代謝されることが報告されている。昨年度行ったモデル代謝反応による psilocin の酸化代謝物の解析実験ではインドール骨格の開裂生成物は確認できず、酸化体として 4,5-キノン体の生成が確認された。これは、psilocin の酸化代謝反応はトリプトファンにみられるインドール骨格の開裂反応よりもむしろ、serotonin と同様の酸化代謝を受けることを示唆するものであり、水酸基が psilocin 及び

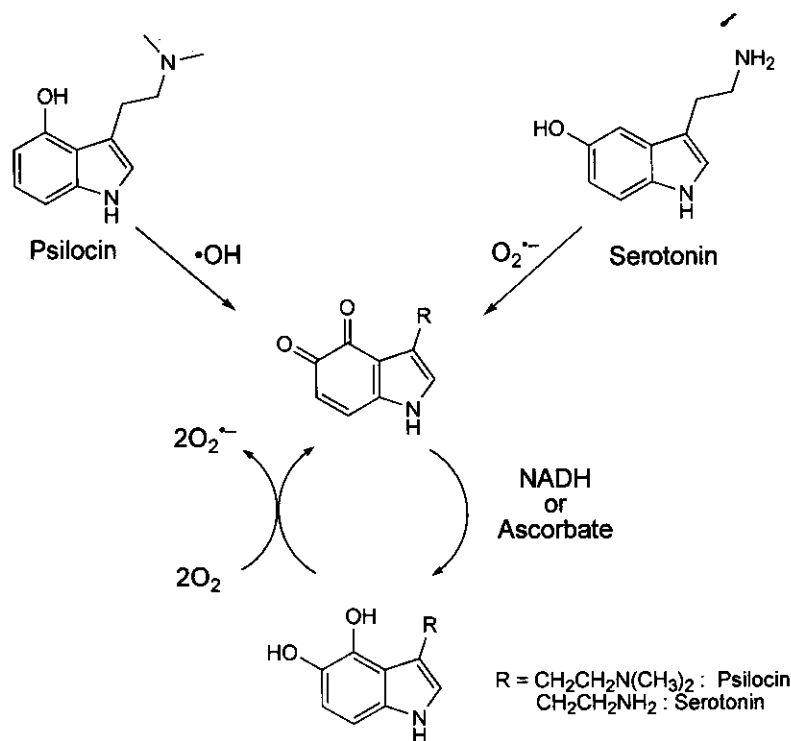


Fig. 2 Possible reaction pathway for psilocin and serotonin with reactive oxygen radicals

serotonin の酸化分解反応および酸化的代謝に大きく影響することが考えられた (Fig. 2)。今回、有機ラジカルを用いて psilocin の酸化反応を検討した。その結果、天然抗酸化剤として代表的な catechin や quercetin よりもラジカル消去能が強いことから、psilocin は非常に酸化されやすいことがわかった。また、psilocin のラジカル消去能は 4 位の水酸基をベンジルで保護するとことによって大きく低下したことから、psilocin の酸化反応は水酸基からの水素引き抜き反応によって進行していることが考えられた。

Psilocin の有機酸素ラジカルに対する高い反応性は、psilocin が保存状態によっては酸素や光の影響で容易に分解することを示しており、また、生体内では酸化代謝とともに、脂質の自動酸化によって絶えず発生する脂質ラジカルと反応して

容易に酸化体へと分解されることが考えられる。今回は psilocin の酸化されやすい性質に起因する生体への影響を解明する為に、金属イオン存在下における DNA 損傷能についても検討した。その結果、psilocin は金属イオンとして  $\text{Fe}^{3+}$  および  $\text{Cu}^{2+}$  存在下、DNA 切断活性を示し、特に  $\text{Cu}^{2+}$  存在下では非常に強力で DNA を切断することがわかった。また、4-O-benzylpsilocin は DNA 切断活性を示さなかったことから、psilocin の DNA 切断反応は 4 位の水酸基によって酸化されやすくなっていることが原因と考えられた。 $\text{Cu}^{2+}$  存在下による psilocin の DNA 切断反応が一価の銅の捕獲剤である batbocuproine によって抑制されたことは、psilocin から酸素への一電子還元反応が  $\text{Cu}^{2+}$  を介して進行していることを示している。また、カタラーゼで切断反応が抑

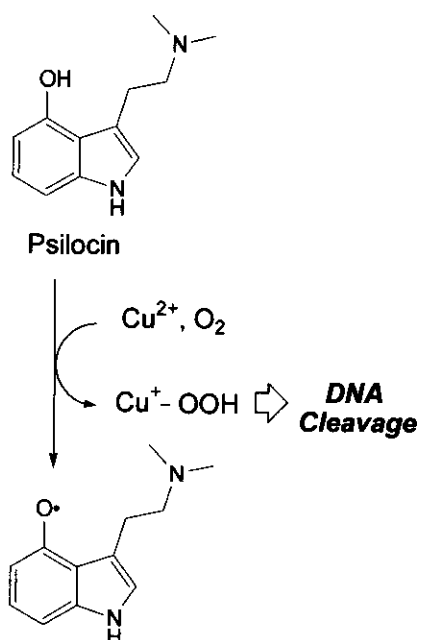


Fig. 3 Possible mechanism for DNA cleavage by psilocin with Cu<sup>2+</sup>

制されるのに対して、ヒドロキシラジカル消去作用を有するジメチルスルホキシドおよびエタノール存在下では切断反応が抑制されなかったことから、銅結合型の活性酸素を発生していることが明らかとなった。

以上、psilocin は 4 位の水酸基が非常に酸化を受けやすく不安定な乱用薬物であることが明らかとなった。この酸化されやすい性質は天然物由来乱用薬物の流通ルートの解明にはむしろ好都合であり、psilocin 分解物の種類と生成条件のデータベースを作成することによって、分解物からの profiling analysis が可能であることが考えられる。また、psilocin は生体内では容易にラジカル種と反応する一方、psilocin から金属イオンが存在するとラジカルを発生することは、psilocin には生体への様々な影響があることを示している。これは特に psilocin の長期摂取に反映することが予測され、今後、psilocin に特徴的な影響を明らかにできればマジ

ックマッシュルーム摂取者の判定に有効な情報となることが考えられる。

## E. 結論

Psilocin は 4 位の水酸基が非常に酸化されやすく、serotonin と同様の酸化分解反応が進行する可能性が示唆された。この結果は、psilocin が酸素や光に非常に不安定であることを示しており、分解物からの化学情報が profiling analysis 等に利用できるものと考えられる。また、酸化されやすい性質は生体内でも特徴的な代謝および生体影響があることを示しており、今回検討の結果、psilocin が金属イオン存在下、DNA に対して酸化的損傷を引き起こすことを明らかにできた。

今後はマジックマッシュルームの流通ルートの解明に資する酸化分解物と分解条件の解明および摂取者の判定に有効な生体反応の解析を行う予定である。

## 分担研究報告書

### 2. 覚せい剤の Profiling Analysis に関する UNODC との共同研究

分担研究者 長野 哲雄 東京大学大学院薬学系研究科 教授

研究要旨 本分担研究は UNODC を中心とした諸外国の薬物試験機関と協力し、覚せい剤の Profiling Analysis に必要な不純物標準品の合成、Profiling Analysis の手法の確立、データの収集と解析のネットワーク化を目指している。本年度は昨年報告した新規の Profiling Analysis 手法である同位体分析法について詳細な研究を進め、同位体分析の持つ特長を明らかにした。また、エクスタシー錠剤中に含まれている Methamphetamine の光学異性体分析法を確立し、エクスタシー錠剤に添加された Methamphetamine は、右旋性のみではなく左旋性の Methamphetamine もあることを確認した。更に、押収品の Profiling Analysis において基準のデータとなる密造所や仕出し地情報のある覚せい剤結晶 18 試料について Profiling Analysis をおこない、天然のエフェドリンを原料にして Emde method で合成されたと推定されるもの、P-2-P を原料として Reductive amination 法で合成されたと推定されるもの及び Nagai 法で合成されたと推定されるものを確認した。データ解析法としては自己組織化ニューラルネットワーク法に指紋照合的取り扱いを含めた方法及びカーネル主成分分析法をとりあげ適応してみたところ、理解しやすい分類結果を導くことができた。

#### 研究協力者

太田 茂 広島大学大学院医歯薬学総合研究科 教授  
浦野 泰照 東京大学大学院薬学系研究科 助手  
牧野由紀子 厚生労働省関東信越厚生局麻薬取締部 鑑定官  
高木 達也 大阪大学大学院薬学研究科 教授

#### A. 研究目的

覚せい剤 Methamphetamine (MA) 及び原料物質の Profiling Analysis による化学的情報を不正取引の取締対策に役立てるため、本研究は国連薬物犯罪事務局 (UNODC) や諸外国の研究機関と協議しながら、新たなプロファイリング手法の開発を目的としている。

#### B. 研究方法

密造された覚せい剤の合成ルートや原料化合物の特定には、多面的な化学情報の利用が必要である。本年度は、プレカーサーである Ephedrine の窒素原子同位体比が天然由来の Ephedrine に比べて有意に小さい値となる理由を市販品の Methylamine を蒸留し、蒸留分と残渣の  $\delta^{15}\text{N}$  を測定して検討した。押収品、医薬品として入手可能な市販品及び実験室で各種 Ephedrine から化学合成した MA について炭素・窒素安定同位体比を測定した。数種の活性成分を含む Ecstasy 錠剤の中の MA のキラルカラムを用いる HPLC による光学異性体分析法を確立し、いくつかの MA を含んでいた錠剤を選び、光学異性体分析を行った。また、仕出し地が



ある程度わかっている覚せい剤結晶 18 試料について、GC/MS、HPLC、安定同位体測定用 MS にて分析を行った。データ解析法については、日本で押収された MA 結晶 22 試料の GC/MS による分析データから不純物ピークを選び出し、自己組織化ニューラルネットワーク法に指紋照合的取り扱いを含めた方法及びカーネル主成分分析法で解析を行った。

### C. 研究結果

市販品の Methylamine を繰り返し蒸留し、蒸留分と残渣の  $\delta^{15}\text{N}$  を測定したところ、留出した Methylamine の  $\delta^{15}\text{N}$  はマイナス方向に動き、残留分の  $\delta^{15}\text{N}$  はプラス方向に動いた。同一事犯で押収された MA は窒素と炭素の安定同位体比が極めて狭い範囲に集中していた。エクスタシー錠剤に添加された Methamphetamine は、右旋性のみではなく左旋性の Methamphetamine もあることを確認した。マレーシアやフィリピンで密造されたという情報付き覚せい剤及び北朝鮮の港経由の中国籍貨物船から押収された覚せい剤は天然のエフェドリンを原料にして Emde method で合成されていることが推定された。北朝鮮籍の貨物船から押収された覚せい剤結晶には、P-2-P を原料として Reductive amination 法で合成されたと推定されるものと天然のエフェドリンを原料にして Emde method で合成されていることが推定されるものがあった。データ解析では、類似性行列に多次元尺度構成法を適用して、キー不純物研究からの情報とほぼ相違ない結果を得た。カーネル主成分分析の結果は、出発原料 Ephedrine も Aziridine 類も含まない Reductive amination 法によって合成され

たことが類推されるデータはほぼ同じ位置に集まっていた。

### D. 考察

$\delta^{15}\text{N}$  がゼロの値と考えられる市販品の Methylamine の  $\delta^{15}\text{N}$  がマイナスの値を示したのは、蒸留・精製する段階で、 $\delta^{15}\text{N}$  値がマイナスである軽い Methylamine が濃縮されたためと考える。従って、MA の  $\delta^{15}\text{N}$  値がマイナスとなった場合は、化学合成由来の Ephedrine を原料としている可能性が極めて高いと考えることができる。様々な起源の MA の炭素・窒素安定同位体比の測定結果は、原料 Ephedrine の由来が異なる場合はもちろんのこと、同じ天然由来と考えられる場合であってもある程度の分類が可能であることが明らかとなった。日本で乱用されている Ecstasy 錠剤に添加されている MA は右旋性のみではなく、左旋性のももあったことは興味深い結果であり、仕出地の推定に役立つものと考ええる。平成 11 年に押収された北朝鮮由来と考えられる 2 試料のうち、境港で押収されたものは天然の Ephedrine を原料に Emde method で合成されたと推定され、浜田港での押収品は Ephedrine がまったく検出されず、キー不純物もまったくない Reductive amination により合成されたと推定されたことは、2 例ではあるが、同じ北朝鮮ルートでも仕出し地が異なっているものがあることが明らかになった。更に、平成 11 年の押収品である石川県沖での押収品は浜田港での押収品とプロファイリングの結果が類似していたことは興味深い結果でもある。データ解析法としては、極めて最近提案された手法であるカーネル主成分分析はその適用に当たってはまだまだ考察すべ

き点が多いが、今後疑いなく、この種の非線形主成分分析法の核となる手法であり、今後更に種々の試みを行いつつ、適用性を検討していくことで、良い分類法として実用化できるものと考えられる。

#### E. 結論

本年度の実験から、昨年度までに確立した不純物分析による合成ルート推定に加えて、押収品MAの窒素同位体比を分析することで、Ephedrineを出発原料とする同じ合成ルートであっても、その原料の特徴により細分化が可能であることが示された。更に、押収品MAの炭素、窒素安定同位体比を2次元的にプロットすることで、不純物分析から得られる結果とは側面の異なる押収品の特徴を顕在化させることができることも明らかとなった。

フィリピンでの覚せい剤の最近のProfiling情報によると、4、5年前は、Ephedrineを原料としない方法つまりP-2-Pを原料としてLeuckart methodでの密造が多かったが、近年は天然のEphedrineやPseudoephedrineを用いている方が多いとのことであり、この傾向は(昨年の本研究報告書に記載)日本での押収品でも同様の傾向が見られており、興味深い情報であった。今後の課題としては、日本で流通している覚せい剤及びエクスタシーはすべて密輸入品であり、その仕出し地を推定するには、より多くの起源の明らかな押収品のプロファイリングデータの収集が必須である。積極的に密造所のある国の関係機関と情報交換をしていきたい。

## 分担研究報告書

### フェネチルアミン系乱用薬物の Profiling Analysis に関する基礎研究

分担研究者 長野 哲雄 東京大学大学院薬学系研究科 教授  
研究協力者 浦野 泰照 東京大学大学院薬学系研究科 助手

研究要旨 我々はこれまでに、世界各国で流通している覚せい剤の Profiling Analysis を行うことを目的として、押収品の化学的特徴を明らかにする分析手法を確立してきた。前年度までに、押収品に極微量含まれる不純物のうち、どのルートで合成されたかを推測することを可能とするキー不純物2種を策定し、これに基づく押収品の識別を行い、その有用性を明らかにした。また、不純物ではなく Methamphetamine 自身の化学的特徴として、炭素・窒素原子の同位体比を用いる手法を検討し、その有用性的一端を明らかにした。本年度は同位体分析法についてさらに研究を進め、合成 Ephedrine の窒素原子同位体比が天然由来の Ephedrine に比べて有意に小さい値となる理由などを検討した。また、実際の押収品や、研究室で Nagai 法、Emde 法を用いて合成した Methamphetamine と原料 Ephedrine の同位体分析を多数行い、Profiling Analysis 手法としての同位体分析の持つ特長を明らかにした。

#### A. 研究目的

筆者らはこれまで、押収された不法 Methamphetamine(MA)が、Fig. 1 に挙げたこれまでに知られている種々の合成ルートのうち、どの方法を用いて合成されたかを明確にする手法の確立を目指した研究を行ってきた。押収品の合成ルートを特定することは薬物取締対策上非常に有用であることから、様々な分析手法を用いて、Profiling Analysis に適した条件等の決定を行ってきた。その結果、昨年度までに、各合成ルートの特徴づける不純物を見出すことに成功し、GC/MS を用いた合成ルートの推定法を確立することに成功した。すなわち、最も代表的な4種の合成法(Nagai、Leuckart、Emde、Reductive amination)による MA の合成を実験室内で行い、生じる不純物を別途化

学合成した標準品と GC/MS を用いて比較することにより、Naphthalene 化合物、および 1,2-Dimethyl-3-phenylaziridine(以下 Aziridine と略す)化合物が重要なマーカー化合物となることを見いだした。更に、昨年度からは、押収品 MA の炭素と窒素の安定同位体比を指標とする手法の

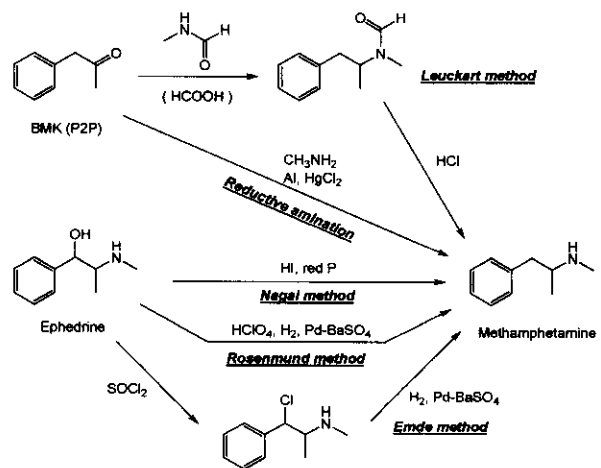


Fig. 1 主な Methamphetamine の密造合成法

研究も開始し、その合成原料である Ephedrine が、麻黄由来の天然品か化学合成品かを識別できることを見いだした。本年度は、安定同位体比分析手法を用いた詳細な Profiling 手法を確立すべく、分析対象の拡大、窒素同位体比を決定する要因の探求を行った。

## B. 研究方法及び結果

### 1. 原料 Ephedrine の窒素同位体比を決定する要因の探求

昨年度の研究において、化学合成された Ephedrine に含まれる窒素同位体比はマイナスの値を示し、麻黄由来の天然の Ephedrine はプラスの値を示すことが明らかとなった。Ephedrine の生産法としては Fig. 2 に示す 3 ルートがよく知られているが、そのうち化学合成ルートである Propiophenone を出発原料とする方法、半合成ルートである発酵法のいずれも、Ephedrine の窒素原子は Methylamine 由来である。そこで Methylamine の窒素同位体比に着目し、まず 2 社の市販品の塩酸メチルアミンの  $\delta^{15}\text{N}$  値を測定した。その結果、-5.7、-5.6‰ というマイナスの値が得られた。測定条件は以下の通りである。

装置：安定同位体比質量分析 Thermo Quest DELTA<sup>PLUS</sup>

元素分析装置: ThermoQuest Flash EA 11112

燃焼炉酸化試薬:  $\text{CrO}_3, (\text{CO}_3\text{O}_4)\text{Ag}, \text{O}_2$  ガス

燃焼炉温度: 1020 °C

還元炉還元試薬: Cu

還元炉温度: 680 °C

He flow: 1 mL/min

分離カラム: HayeSep (Length 2 m, I.D. 5 mm)

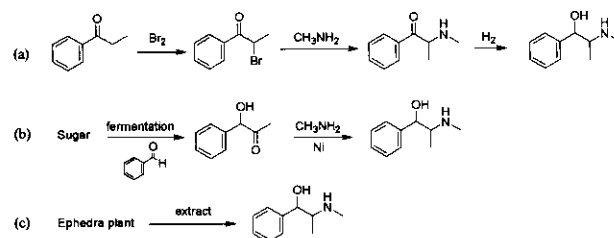


Fig. 2 Representative Production Schemes of Ephedrine

(a) Bromination of propiophenone followed by amination.

(b) Fermentation of sugar followed by amination,

(c) Extraction from ephedra plant.

考察の項で詳しく論じるが、Methylamine の精製は主に蒸留で行われている。蒸留の際、より分子量の小さい成分が先に気化するため、 $\delta^{15}\text{N}$  値がよりマイナスになると予想された。そこで、実際に市販品の Methylamine を以下の方法でさらに蒸留し、蒸留分と残査の  $\delta^{15}\text{N}$  を測定した。

- (1) 水酸化ナトリウムを塩酸メチルアミンの水溶液に加えアルカリ性とする。
- (2) (1)を加熱し、発生したガスを塩酸でトラップする。塩酸の pH からおよそその 50%留出でストップした。
- (3) (2)を加熱し、発生したガスを塩酸でトラップする。塩酸の pH からおよそその 50%留出でストップした。
- (4) (3)を加熱し、発生したガスを塩酸でトラップする。塩酸の pH からおよそその 50%留出でストップした。
- (5) (4)を加熱し、発生したガスを塩酸でトラップする。塩酸の pH からおよそその 50%留出でストップした。

試薬の塩酸メチルアミン、(2)~(5)の留出分及び(2)~(5)の残留分を測定した。

測定結果を Table 1 にまとめた。なお、蒸留開始前の市販の塩酸メチルアミンの  $\delta^{15}\text{N}$  値は -5.4‰ であった。また留出分、