

植物系ドラッグダツラシードの鑑定に関する研究

福田 達 男^{*}, 高 橋 美佐子^{*}, 荒 金 真佐子^{*}, 吉 澤 政 夫^{*},
鈴 木 幸 子^{*}, 森 本 陽 治^{*}, 安 田 一 郎^{*}

Studies of Identification of Datura Seeds

Tatsuo FUKUDA^{*}, Misako TAKAHASHI^{*}, Masako ARAGANE^{*}, Masao YOSHIZAWA^{*},
Youji MORIMOTO^{*} and Ichiro YASUDA^{*}

There have been misgivings about the distribution of Datura seeds as a illegal drug, because of the health damage to people, especially adolescents and young adults. This study identified that the original plant of Datura seeds was *D. stramonium* by cultivation of seeds in a package of Datura seeds. A comparative morphological study was carried out on the seeds of 10 *Datura* taxa, belonging to section *Datura* 5 taxa and *Stramonium* 5 taxa including *D. stramonium* derived from Datura seeds. The results showed that the morphological characteristics of seeds of section *Stramonium* were reniform shape, black, reticulate and smaller size than other species. In TLC using Me-OH extracts of seeds and leaves of *D. stramonium* and *D. innoxia*, orange spots appeared when sprayed with dragen-dorf reagent. These spots were atropin(Rf 0.16) and scopolamine(Rf 0.62). Atropin(At) and scopolamine(Scp) in the cotyledons, seeds, leaves, corollas, and Roots of *D. stramonium* and *D. innoxia* were measured by HPLC. The seeds and leaves were the main parts containing alkaloids, and contained more atropin than scopolamine, respectively: 5.2 mg/g(At, seeds), 2.3 mg/g(At, leaves), 1.3 mg/g(Scp, leaves)of *D. stramonium* and 4.4 mg/g(At, seeds), 1.1 mg/g(scp, seeds), 4.4 mg/g(At, leaves), 1.4 mg/g(Scp, leaves)of *D. innoxia*. From the results of the alkaloids contents of the seeds, it was estimated that about 15 *Datura* seeds would produce neurological damage in humans.

Keywords : 脱法ドラッグ illegal drug , ダツラシード datura seeds , チョウセンアサガオ属植物 *Datura* plant , ヨウシュチョウセンアサガオ *D. stramonium* , アトロピン atropin , スコポラミン scopolamine

緒 言

近年, 精神・神経に作用させて幻覚や多幸感, 快感を得ることを目的に使用されるいわゆる「脱法ドラッグ」と呼ばれる薬物が, 研究用試薬やビデオヘッドクリーナー, 植物標本などと称して都内の繁華街やインターネット等で販売され, 乱用による健康被害が危惧されている。ダツラシード(*Datura* seeds)は植物系ドラッグの一つで, チョウセンアサガオ *Datura* 属植物の種子と果実とがパッケージになり販売されている(Fig. 1 A)。

チョウセンアサガオ属植物は全株にトロパンアルカロイドを含み, 中国では葉を曼荼羅葉(マンダラヨウ), 花を洋金花(ヨウキンカ), 果実と種子を曼荼羅子(マンダラシ), 根を曼荼羅根(マンダラコン)として薬用に用いられ, 主にチョウセンアサガオ *Datura metel* L.やケチョウセンアサガオ *D. innoxia* Mill が用いられてる¹⁾。一方, チョウセンアサガオ属植物は種子の他, 葉や根による中毒事故が多数報告されている²⁻⁵⁾。また, ヨウシュチョウセンアサガオや

アメリカチョウセンアサガオは国内に広く自生し, その他園芸種として販売されている種類も多数ある。このようにダツラシードやチョウセンアサガオ属植物は容易に入手でき, 乱用が危惧されることから, その有害性を明らかにする必要がある。このことから本研究ではダツラシードの種子を播種・栽培し原植物を明らかにし, 同時に他のチョウセンアサガオ属植物と種子形態の体系的な比較を行い種子の段階での鑑定が可能にすることを目的とした。また, 2002年に北米オハイオ州でケチョウセンアサガオの種子による中毒例があったことから⁴⁾, ダツラシードの他ケチョウセンアサガオの植物体に含まれる幻覚成分であるアトロピンとスコポラミンについて検討した。

実験の部

1. 実験材料

本実験を行うに当たりチョウセンアサガオ属植物の分類は A. G. Avery ら⁶⁾ に準じた。しかし, *Brugmansia* 節につ

* 東京都健康安全研究センター医薬品部医薬品研究科 169-0073 東京都新宿区百人町 3-24-1

* Tokyo Metropolitan Institute of Public Health

3-24-1, Hyakunin-cho, Shinjuku-ku, Tokyo 169-0073 Japan

Table 1. *Datura* plants used for experiments.

Code	Section and Species ⁶⁾	Characteristics
Section <i>Datura</i>		
1	<i>Datura metel</i>	
2	<i>D. metel</i> (<i>D. fastuosa</i> ⁸⁾)	Yellow Corolla
3	<i>D. metel</i> (<i>D. fastuosa</i> ⁸⁾)	Purple Corolla
4	<i>D. innoxia</i>	
5	<i>D. meteloides</i>	
Section <i>Stramonium</i>		
6	<i>D. stramonium</i>	
7	<i>D. stramonium</i> (<i>D. stramonium</i> var. <i>tatula</i> ⁷⁾)	
8	<i>D. stramonium</i> (<i>D. stramonium</i> var. <i>inermis</i> ⁷⁾)	Purple Corolla, Smoothly capsule
9	<i>D. stramonium</i> (<i>D. stramonium</i> var. <i>inermis</i> ⁷⁾)	White Corolla, Smoothly capsule
10	Datura seeds	

Code - 1~9 were stock cultures of Medicinal Plant Garden.

Code - 10 was showed *D. stramonium* (cade-7) by clutivation.

いて現在はキダチチョウセンアサガオ *Brugmansia* 属として扱うことが多いことから⁷⁾, 今回は実験材料から外した.

実験材料としては, 東京都健康安全研究センター薬用植物園で系統保存しているチョウセンアサガオ属植物の *Datura* 節チョウセンアサガオ *D. metel*, ヤエチヨウセンアサガオ *D. metel* (本種は重弁の紫花で *D. fastuosa* L.を用いる場合もある⁸⁾.), ヤエチヨウセンアサガオ *D. metel* (本種は重弁の黄花で *D. fastuosa* を用いる場合もある⁸⁾.), ケチヨウセンアサガオ *D. innoxia*, アメリカチヨウセンアサガオ *D. meteloides*, *Stramonium* 節シロバナヨウシュチヨウセンアサガオ *D. stramonium* L., ヨウシュチヨウセンアサガオ *D. stramonium* (本種は紫花で *D. stramonium* var. *tatula* Torrey が広く用いられる⁷⁾.), トゲナシヨウシュチヨウセンアサガオ *D. stramonium* (本種は紫花で果実にトゲがなく *D. stramonium* var. *inermis* Timm が広く用いられる⁷⁾.), トゲナシヨウシュチヨウセンアサガオ *D. stramonium* (本種は白花で果実にトゲがなく *D. stramonium* var. *inermis* が広く用いられる⁷⁾.) の4種9系統と, 2003年東京都渋谷区で購入した *Datura* seeds の種子を加えた合計10系統を用いた (Table 1).

2. ダツラシードの栽培

2002年東京都渋谷区で購入したダツラシードを, 2003年5月に薬用植物園の圃場に播種し栽培した.

3. 形態観察

Table 1に示したチョウセンアサガオ属植物10系統の種子を実体顕微鏡で観察し, 各系統20粒の種子サイズ(長径×短径)を測定した. 同時に各系統の50粒重を10組測定した. また, 得られた各系統の測定データは分散分析の結果を多重比較検定 Bonferroni/Dunn 危険率1%で各系統間の有意差の判定を行った.

4. アルカロイドの分析

1) 試薬及び試液

硫酸アトロピン(ナカライ社製)及び臭化水素酸スコラミン(シグマ社製)を用い, 各々1 mg/mlのメタノール溶液を標準品とした. その他の試薬はすべて特級を用いた.

2) 試料の作成と調整

2003年4月から5月にかけて, Table 1に記載する Code-10 ヨウシュチヨウセンアサガオと Code-4 ケチヨウセンアサガオの種子を, 園芸用土壌を充填したバット(縦40 cm, 横30 cm, 深さ10 cm)に播種し, 発芽後双葉を形成した子葉を随時採集し冷凍庫で保存した. また, 同年4月に前述の2種を薬用植物園圃場に播種し栽培した. 同年7月前半から後半にかけて花冠を10花から20花, 葉を20枚から30枚を採集し冷凍庫に保存した. 10月には2種の根を完全な形で掘り出し, 洗浄後1 cm角のさいの目に切り冷凍庫に保存した. 種子は10月から11月にかけて株全体から50個から100個果実を採集し, 採集後種子を取り出しよく攪拌し一部を取り出し試料とした. 以上の試料は凍結乾燥した後, 子葉, 花冠, 葉及び種子は全量を粉末とした. 根は全量を荒引きした後一部を粉末とした.

3) TLCによる確認試験

(1) 試料溶液の調製

2)の種子及び葉の粉末500 mgにメタノール40 mlを加え, 20分間振とう抽出を行った. 遠心分離後上澄液を分別し, さらに残留物にメタノール40 mlを加え同様の操作を繰り返した. 上澄液を合わせてメタノールで正確に100 mlとした. メタノール抽出液を分液ロートに移し, 水/クロロホルム混液(1:1)100 mlで分配し, 得られたクロロホルム層に0.1N塩酸溶液100 mlを加え分配した. そして, 水層を強アンモニア水で塩基性とし, クロロホルム100 mlで分配し, 得られたクロロホルム層を少量の水で洗浄後, 硫酸ナトリウムで脱水した. 硫酸ナトリウムを除き, 溶媒

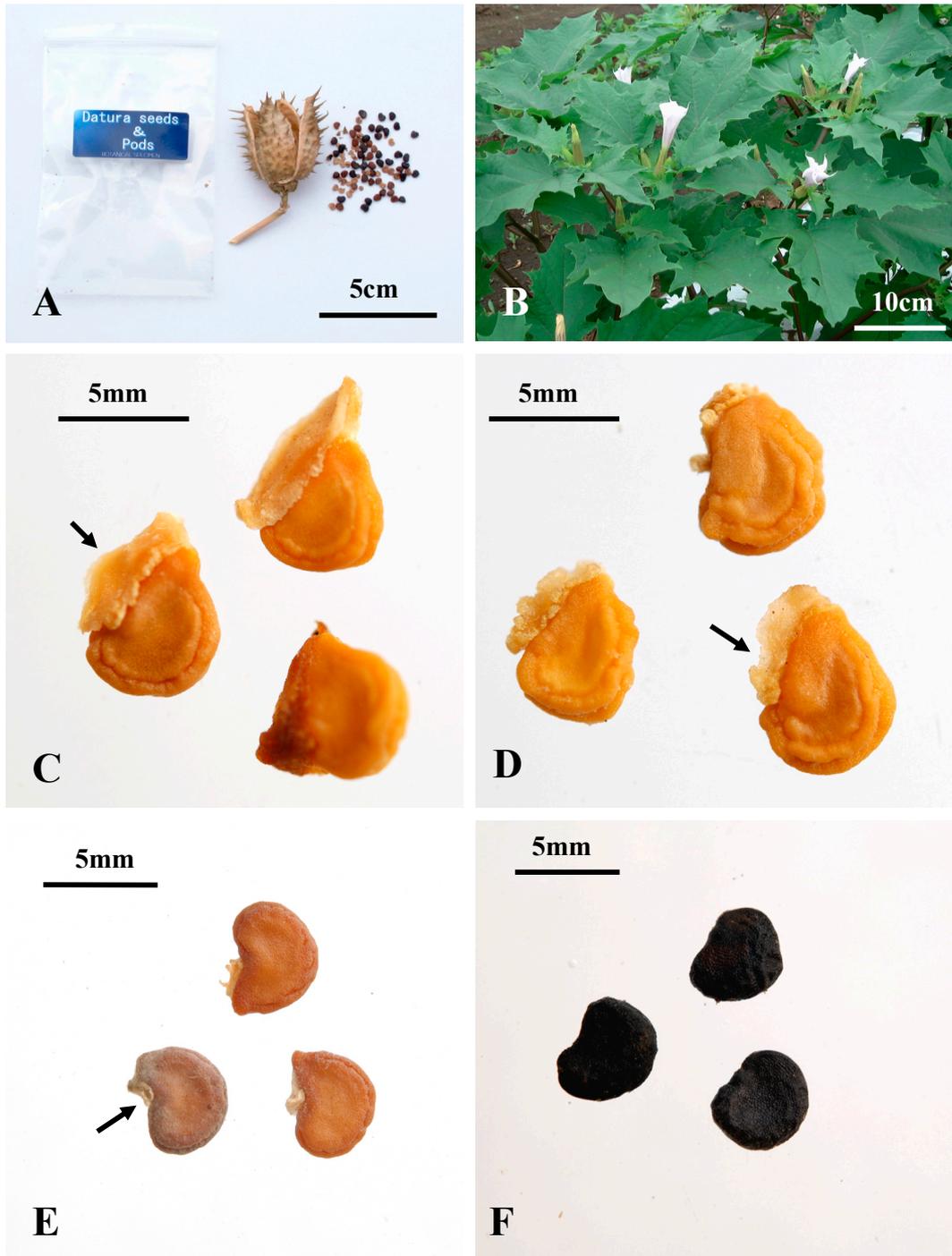


Fig. 1. Datura seeds and morphological characteristics of seeds of *Datura* plants.
 A: Datura seeds, B: *D. stramonium* derived from Datura seeds, C: Code-1 *D. metel*, D: Code-2 and 3 *D. metel*, E: Code-4 *D. innoxia* and Code-5 *D. meteloides*
 F: Code-6~10 *D. stramonium*. Arrow: Caruncle.

を完全に乾固しないように注意しながら減圧留去し、約 1 ml のメタノールに溶かしたものを試料溶液とした。

(2) TLC 条件

薄層版は Kieselgel 60 F₂₅₄, pre-coated, 10 cm × 20 cm (Merch 社製), 展開溶液はアセトン (90 ml) / 水 (7 ml) / アンモニア水 (3 ml) 混液を用いた。発色剤はドラージェンドルフ試薬を用いた。

3) HPLC による確認試験

(1) HPLC 装置

HPLC ポンプ: 日本分光 (株) 製 880 PU, 試料注入装置: 日本分光 (株) オートサンプラー AS-950, 検出器: 日本分光 (株) 製 UV 検出器 870-UV, データ処理装置: 日本分光 (株) 870-UV

(2) HPLC 条件: カラムは Cosmosil ODS AR- (4.6 × 150) カラム温度は 40 °C, 移動相は水 (640 ml) / メタノール (360 ml) / リン酸 (1 ml) / オクタンスルホン酸 Na (1 g) の混液, 流速は 1.0 ml/min, 検出波長 210 nm とした。

(3) 試料溶液の調製: 2) の子葉, 種子, 葉及び根の粉末 100 mg に移動相 20 ml を加え, 20 分間振とう抽出を行った。遠心分離後上澄液を分別し, さらに残留物に移動相を 20 ml を加え同様の操作を繰り返した。上澄液を合わせて移動相で正確に 50 ml とした後, その一部を 0.45 μm のフィルターを通して試料溶液とした。標準液としては硫酸アトロピン及び臭化水素酸スコポラミンを用い, 各々 1 mg/ml のメタノール溶液を標準原液とし, 必要に応じて希釈して用いた。

結 果

1. ダツラシードの原植物

ダツラシード中の種子は播種後順調に生育し, 7 月には開花し草丈は 1 m 以上になった。葉は淡緑色で無毛, 花は葉腋に接し単生し花冠はロート形, 上から見ると 5 角形で淡紫色。果実は広卵型, 時に球形, 直立し大小不同の刺が密生した。このことからダツラシードの原植物はヨウシュチョウセンアサガオであることが明らかになった (Fig. 1-B)。

2. 種子の外部形態

4 種 10 系統の種子の外部形態は, *Datura* 節ではチョウセンアサガオとヤエチヨウセンアサガオの 2 種は黄褐色で扁平, 基本形は腎臓形, 表面は不規則な凹凸と周辺に深いしわがあった。しかし, チョウセンアサガオはカルンクラ (種枕)⁹⁾ が発達し, ヤエチヨウセンアサガオと区別が可能であった (Fig. 1-C, D)。ケチヨウセンアサガオとアメリカチヨウセンアサガオは褐色で扁平, 基本形は腎臓形, 表面は微細な瘤に覆われるが凹凸がなく, 背面が隆起 (Fig. 1-E)。*Stramonium* 節の種子は黒色でやや扁平, 基本形は腎臓型, 蜂の巣状の表面構造を持ち小型で, 系統間に差は認められなかった (Fig. 1-F)。

種子サイズは *Stramonium* 節の各種でカルンクラ付きで

長径 × 短径 3.2 mm ~ 3.5 mm × 2.6 mm ~ 2.8 mm, カルンクラなしで 3.3 mm ~ 3.5 mm × 2.6 mm ~ 2.8 mm であった。50 粒重ではカルンクラのあるなしにかかわらず 3.2 g ~ 3.3 g で節内で有意差は認められなかった。*Datura* 節各種の種子は *Stramonium* 節に対して 1% レベルで有意に大きかった。*Datura* 節内ではチョウセンアサガオがカルンクラ付きでは他種より大型であったが, カルンクラなしでは 5 種とも長径 4.7 mm ~ 4.2 mm, 短径 3.6 mm ~ 3.3 mm の中にあり有意差は認められなかった。50 粒重ではチョウセンアサガオとヤエチヨウセンアサガオが 0.68 g ~ 0.62 g で有意差が認められなかったが, これら 3 種とケチヨウセンアサガオ 0.52 g とアメリカチヨウセンアサガオ 0.56 g の間には 1% レベルで有意差が認められた (Table 2, 3)。

Table 2. Comparison of 50 seeds weights of *Datura* plants.

Code	50 seeds weights(g)	
	With caruncle	Without caruncle
1	0.89 ^a	0.62 ^a
2	0.76 ^b	0.63 ^{ab}
3	0.79 ^b	0.68 ^{ab}
4	0.52 ^c	0.52 ^c
5	0.56 ^c	0.56 ^{abc}
6	0.33 ^d	0.33 ^d
7	0.33 ^d	0.33 ^d
8	0.33 ^d	0.33 ^d
9	0.32 ^d	0.32 ^d
10	0.33 ^d	0.32 ^d

Values represented by different letters were found to be significantly different (Bonferroni/Dunn test, p < 0.01).

Table 3. Comparison of size of seeds of *Datura* plants.

Code	Size of (mm)			
	With caruncle		Without caruncle	
	Length	Width	Length	Width
1	5.0 ^a	4.7 ^a	4.7 ^a	3.4 ^a
2	4.8 ^{ab}	3.9 ^b	4.4 ^a	3.3 ^a
3	5.1 ^{ab}	3.9 ^{bc}	4.7 ^a	3.4 ^a
4	4.2 ^c	3.4 ^d	4.2 ^a	3.4 ^a
5	4.7 ^{abc}	3.6 ^{bcd}	4.7 ^a	3.6 ^a
6	3.3 ^e	2.6 ^e	3.3 ^b	2.6 ^b
7	3.5 ^e	2.7 ^e	3.5 ^b	2.7 ^b
8	3.2 ^e	2.7 ^e	3.3 ^b	2.7 ^b
9	3.4 ^e	2.7 ^e	3.4 ^b	2.7 ^b
10	3.3 ^e	2.8 ^e	3.3 ^b	2.8 ^b

Values represented by different letters were found to be significantly different (Bonferroni/Dunn test, p < 0.01).

4 種 10 系統の種子の外部形態は *Datura* 節と *Stramonium* 節に大きく 2 分でき, この結果は川村ら¹⁰⁾ と一致した。また, *Datura* 節の中でもチョウセンアサガオとヤエチヨウセンアサガオのグループと, ケチヨウセンアサガオとアメリカ

カチョウセンアサガオのグループとでは、種子サイズでは差は認められないが、種子の色やカルンクラの付き方が異なることから2分することが可能と思われた。

3. TLCによる分析結果

アトロピン及びスコポラミンは暗所でUVを照射すると吸収スポットとなり、また、ドラージェンドルフ試薬を噴霧すると朱色のスポットとなる。それぞれのRf値は0.16及び0.62であり、TLCプレート上で確認することが可能であった。本条件でヨウシュチョウセンアサガオとケチョウセンアサガオの種子及び葉を検討したところ、全てにアトロピンとスコポラミンを認めた (Fig. 2)。

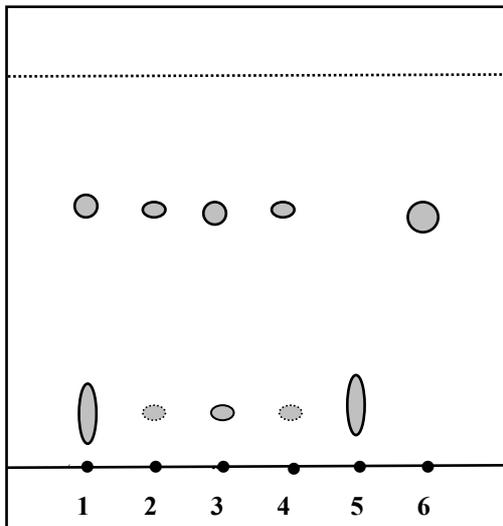


Fig. 2. TLC of atropine and scopolamine extracted from seeds and leaves of Code-4 *D. innoxia* and Code-10 *D. stramonium* derived from *Datura* seeds.
1:seed of Code-10, 2:leaves of Code-10, 3: seed of Code-4, 4:leaves of Code-4, 5:atropine, 6:scopolamine.

4. HPLCによる分析結果

既報 11)の方法を応用し、アトロピン及びスコポラミン標準原液をメタノールで希釈して各々0.99 mg/g ~ 14.92 mg/g, 0.39 mg/g ~ 1.19 mg/gの標準系列を作り検量線を作成した。アトロピンは $Y=659.91+914.4X$ ($r=0.998$), スコポラミンは $Y=10.49+1300.0X$ ($r=0.999$) (X:濃度, Y:ピーク面積)といずれも、ほぼ原点を通る直線性を示した。また、検出限界は $S/N=3$ として、アトロピン、スコポラミンとも 0.05 mg/g であった。

ダツラシードに由来するヨウシュチョウセンアサガオ及びケチョウセンアサガオの各部位のアトロピン及びスコポラミン含有量を Table 4 に、そのクロマトグラムを Fig.3 に示した。種子のアトロピン及びスコポラミン含量はヨウシュチョウセンアサガオが 5.2 mg/g 及び痕跡程度で、ケチョウセンアサガオが 4.4 mg/g 及び 1.1 mg/g であった。こ

れまでに *Stramonium* 節やケチョウセンアサガオの種子はスコポラミンに比べアトロピン含有比が高く、特に *Stramonium* 節では 70%から 90%を占めることが報告されており^{12,13)}、本実験ではその結果とよく一致した。葉のアトロピン及びスコポラミン含量はヨウシュチョウセンアサガオが 2.3 mg/g 及び 1.3 mg/g、ケチョウセンアサガオが 4.4 mg/g 及び 1.4 mg/g であった。花中のアルカロイド含量について、これまでに *Datura* 節ではアトロピン含有率に比較してスコポラミン含有率が高い傾向を示し、*Stramonium* 節では両アルカロイドは同程度含有することが、また、*Datura* 節のアルカロイド含量は大半が花冠に有るのに対して、

Table 4. Atropine and Scopolamine contents in Code - 10 *Datura stramonium* and Code - 4 *D. innoxia*.

	Contents(mg/g) of			
	Code-10		Code-4	
	At	Scp	At	Scp
Cotyledon	t	0.7	N.D.	1
Seed*	5.2	t	4.4	1.1
Leaf*	2.3	1.3	4.4	1.4
Corolla*	1.4	1.2	1.4	1.9
Root*	N.D.	N.D.	1.6	N.D.

*collected from each mature plant.

At:Atropine

Scp: Scopolamine

t :trace, At ≤ 0.9 mg/g, Scp ≤ 0.2 mg/g

N.D : 0.05mg/g (S/N=3)

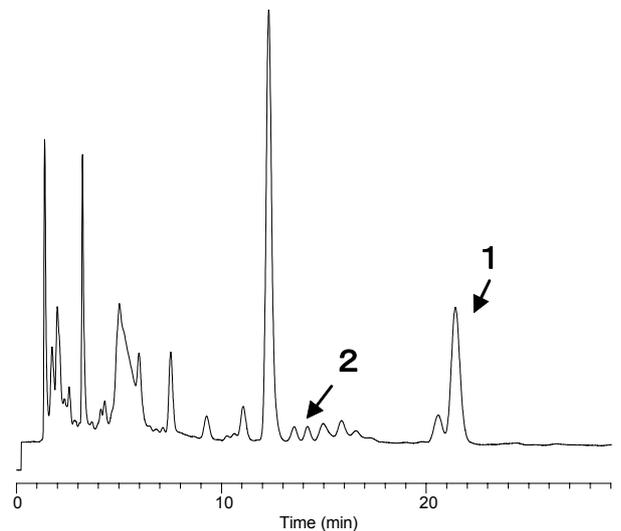


Fig.3. HPLC of atropine(1) and scopolamine(2) extracted from seeds of Code-10 *D. stramonium* derived from *Datura* seeds.
Retention time:21.9min for 1,13.9 min for 2.

Stramonium 節では子房中に高いアトロピン含量率を示すことが報告されている¹⁴⁾。今回の花冠中のアトロピン及びスコポラミン含量はヨウシュチョウセンアサガオが 1.4 mg/g 及び 1.2 mg/g、ケチョウセンアサガオが 1.4 mg/g 及び 1.9

mg/g で両種とも同程度の含有量を示した。根ではケチョウセンアサガオにアトロピン 1.6 mg/g が検出されたが、他では検出されなかった。子葉ではスコポラミンが検出されアトロピンは痕跡程度あるいは非検出であったが、種子中のアルカロイドは発芽時に急激に減少し、約 2 週間後の実生の時期から生成を開始すると言われることから¹²⁾、本実験の子葉はこの時期に相当するものと思われる。

考 察

Stramonium 節には *D. stramonium* の他 *D. ferox* L. と *D. quercifolia* H.B.K. あり、川村ら¹⁰⁾ はこの 3 種を含む 6 系統の種子の外部形態について検討し結果、種間においても顕著な差がないことを報告している。今回ダツラシードの原植物をヨウシュチョウセンアサガオと特定できたが、種子の外部形態だけでは鑑定が困難と思われた。しかし、*D. ferox* は国内でも一部で雑草化しているが、アルカロイド含有量が極めて低く¹³⁾、また、*D. quercifolia* の分布はメキシコや北米南西部に限られることから両種は植物系ドラッグとしての利用価値は低いと思われる。これに対して、ヨウシュチョウセンアサガオは全世界に分布するいわゆるコスモポリタンな雑草で¹⁵⁾、容易に入手できることから植物系ドラッグとして利用されていると思われる。

アトロピン及びスコポラミンは強い薬理作用があり、硫酸アトロピンは 0.5 mg 程度で作用を発するとされている¹⁶⁾。この値からダツラシードの作用量を試算してみると、ダツラシードの硫酸アトロピン含有量は 5.2 mg/g で、ダツラシードの 50 粒重が 330 mg であることから 50 粒重のアトロピン含有量は 1.7 mg となる。ダツラシードはスコポラミンが痕跡程度だったため、アトロピンを総アルカロイドと考えると 50 粒重のアトロピン含有量とアトロピンの作用量から、ダツラシードの作用量は約 15 粒と試算された。

結 論

植物系ドラッグダツラシードの鑑定を目的として、4 種 10 系統のチョウセンアサガオ属植物の種子形態とダツラシードの有害性を知るためアトロピン及びスコポラミンの検討をした。ダツラシードはパッケージ内の種子を栽培した結果、原植物がヨウシュチョウセンアサガオであることを明らかにした。また、チョウセンアサガオ属植物の種子形態を比較した結果、チョウセンアサガオ、ヤエチョウセンアサガオ、ケチョウセンアサガオ及びアメリカチョウセンアサガオを含む *Datura* 節とシロバナヨウシュチョウセンアサガオ、ヨウシュチョウセンアサガオ及びトゲナシヨウシュチョウセンアサガオを含む *Stramonium* 節に分けられた。*Stramonium* 節の種子は黒色、扁平で *Datura* 節の種

子より小型であることなどから種子の段階での鑑別が可能になった。ヨウシュチョウセンアサガオとケチョウセンアサガオの種子をはじめとする植物体の各部位のアトロピン、スコポラミンを定量した結果、各部位にアトロピン及びスコポラミンが含まれたが、種子中に最も高い濃度のアトロピンが含まれ、また、少量のスコポラミンが含まれていた。さらに、この分析値からダツラシードの作用量を試算すると約 15 粒になった。

文 献

- 1) 上海科学技術出版小学館編、中薬大辞典第 4 巻、2462-2464, 1985, 小学館、東京。
- 2) Kovatsis, A., Kotsaki-Kovatsi, VP., Nikolaidis, E., et al.: *Veter. & Hu. Tox.*, **36**, 89, 1994.
- 3) Dewitt, MS., Swain, R., Gibson, LB Jr.: *West Vir. Med. J.* **93**, 182, 1997.
- 4) *MMWR*, **52**(33):788-791, 2002
- 5) 助川知美, 黒木由美子, 飯塚富士子, 他, 日本中毒センターで受信したチョウセンアサガオによる急性中毒症例の実態調査, 第 18 回日本中毒学会東日本地方会抄録集, 21, 2002.
- 6) Avery, A. G., Satina, S., Rietsema, J.: *Blackeslee: The Genus Datura*, 16-55, 1959, The Ronald Press Co., New York.
- 7) Preissel, U., Preissel, H.G.: *Brugmansia and Datura*, 2002, Firefly Books, Hong Kong.
- 8) 石井林寧, 井上頼数: 最新園芸大辞典, 1968, 648-650, 誠文堂新光社, 東京。
- 9) 清水建美: 図説植物用語辞典, 2001, 114-118, 八坂書房, 東京。
- 10) 川村智子, 奥田和代, 久保陽一, 他: *Nat. Med.* **56**, 90-96, 2002.
- 11) 高橋美佐子, 鎌田国広, 重岡拾身, 他: 東京衛研年報, **48**, 76-80, 1997。
- 12) 米田該典, 鈴木佐与子, 久壽浩子: 生薬学雑誌, **46**, 352-357, 1992.
- 13) 野呂征男, 久保陽一, 奥田和代, 他: *Nat. Med.* **53**, 130-133, 1999.
- 14) 野呂征男, 久保陽一, 奥田和代, 他: 生薬学雑誌, **44**, 316-322, 1990.
- 15) 竹松哲夫, 一前宣正: 世界の雑草, 1987, 451-463, 全国農村教育協会, 東京。
- 16) 日本公定書協会監修: 第 14 改正日本薬局解説書, C-3042-3047, 廣川書店, 東京。