

園芸種オニゲシ類に含有される麻薬成分に関する研究(1)

大 貫 奈穂美*, 寺 島 潔*, 森 謙一郎*, 中 村 義 昭*,
横 山 敏 郎*, 伊 藤 弘 一*, 吉 澤 政 夫**, 岩 崎 由美子**,
伊 吹 直 登**

Research on The Narcotic Ingredient Contained in Horticulture Kind ONIGESHI(1)

Nahomi OHNUKI*, Kiyoshi TERAJIMA*, Ken'ichiro MORI*, Yoshiaki NAKAMURA*,
Toshiro YOKOYAMA*, Kouichi ITO*, Masao YOSHIZAWA**, Yumiko IWASAKI**
and Naoto IBUKI**

Keywords : ハカマオニゲシ *Papaver bracteatum* , プソイドオリエンターレ *Papaver pseudo-orientale* , オニゲシ *Papaver orientale* , テバイン Thebaine , イソテバイン Isothebaine

緒 言

近年, 麻薬・覚醒剤・幻覚剤等の乱用が大きな社会問題となっている。違法薬物のうち麻薬及び幻覚剤は植物由来の成分であることがあり, それら麻薬原料植物の栽培は法律で厳しく制限されている。しかしケシ, アサ, マジックマッシュルーム等の違法栽培は後を絶たない。アサ及びマジックマッシュルームは幻覚成分の採取及び服用を目的として不法栽培されるが, ケシは諸外国で観賞用として栽培が許可されている場合があり, それと知らずに種子を個人輸入し, 結果的に違法栽培となる事例も見られる。

ケシは, 我が国ではあへん法¹⁾により, *Papaver somniferum* L (以下ソムニフェルム), *Papaver setigerum* DC (以下セティゲルム) 及びハカマオニゲシ *Papaver bracteatum* の3種が麻薬原料植物として栽培が禁止されている。ソムニフェルム及びセティゲルムはモルヒネ及びコデインをアルカロイドとして含有しているが, ハカマオニゲシにはモルヒネ及びコデインは含まれず, テバインが主たるアルカロイドである。テバインは中枢神経系に興奮的に作用し, ストリキニーネ様の痙攣を起こす²⁾ため臨床的には使用されないが, ジヒドロコデイン及びオキシコドンの原料となる³⁾ために麻薬原料として法で規制されている。また, 麻薬成分を含まないか若しくは含有量が低いために, ヒナゲシ オニゲシ *Papaver orientale* は一般栽培が許可されており, ヒナゲシ又はポピー, オニゲシ又はオリエンタルポピー等の名称で販売されている。さらにハカマオニゲシとオニゲシの中間の外部形態を示す *Papaver pseudo-orientale* の存在が知られている。これらケシ類の鑑別はそれぞれの種に

特徴的な形態に基づいて行われ, 違法なケシは抜去される。

平成12年度に東京都薬用植物園にて種苗業者よりオニゲシとして購入・栽培した苗が開花したところ, そのうちの1株が花色・黒斑・総包片(ハカマ)の枚数等の点でハカマオニゲシに類似した外部形態を示した。また, 首都圏の個人住宅にて栽培されていた形態上ハカマオニゲシに類似したオニゲシが抜去され, 東京都薬用植物園(以下薬用植物園)を經由して当科に搬入された。これら園芸用として栽培されているケシ類について外部形態とテバインの含有について検討を行ったので報告する。

方 法

1. 検体 試験に供した薬用植物園植栽品及び収去品の由来を表1に示した。A~J株は薬用植物園植栽, K及びL株は各々異なる個人宅で栽培, 開花後薬事監視員によって抜去され当科に搬入されたものである。なおハカマオニゲシ C~Hは開花していないので後述する外部形態の観察にはならず, テバインの含有量の測定のみを行った。

これらの検体は土を洗い流した後水気をふき取り, 全草を重量測定後, 葉, 花茎, 根及びさく果に分けて部分重量を測定した。真空凍結乾燥した後乾燥重量を再測定し, 粉碎機を用いて粉末としてアルカロイド抽出のための試料とした。

2. 試薬 テバインは三共(株)製, イソテバインはApin Chemicals Ltd製を用いた。図1にそれらの構造式を示す。その他の試薬は和光純薬又は東京化成試薬特級を用いた。標準溶液 テバイン約0.1gを精密に量り, エタノール

* 東京都立衛生研究所理化学部微量分析研究科 169-0073 東京都新宿区百人町3-24-1

* The Tokyo Metropolitan Research Laboratory of Public Health
3-24-1, Hyakunin-cho, Shinjuku-ku, Tokyo 169-0073 Japan

** 東京都薬用植物園

** Tokyo Metropolitan Medicinal Plant Garden
21-1, Nakajimacho, Kodaira-shi, Tokyo 187-0033 Japan

表1. 植栽品及び収去品内訳

		開花	種子又は苗の入手先	栽培又は収去場所	
八カマ	A, B	植栽品	有り	国立食品医薬品研究所	
オニゲシ	C~H	植栽品	無し	薬用植物栽培試験場	
オニゲシ	I	植栽品	有り	種苗業者より購入	東京都薬用植物園
	J	植栽品	有り	種苗業者より購入	東京都薬用植物園
	K-1, 2	収去品	有り	種苗業者より購入	首都圏個人宅
	L	収去品	有り	種苗業者より購入	首都圏個人宅

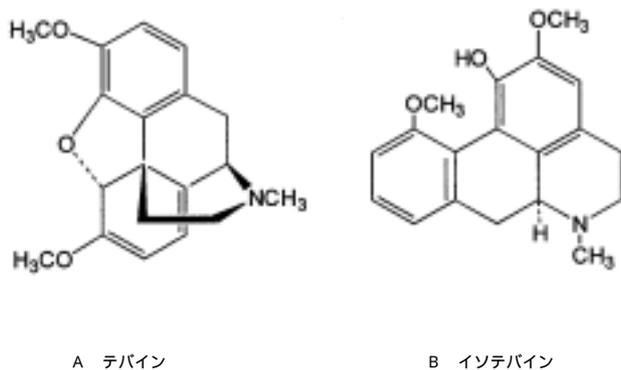


図1. テバイン及びイソテバインの構造

100mLに溶解して1000 µg/mLの標準原液を調製し、さらにエタノールで希釈して2, 10, 50 µg/mLの標準溶液とした。イソテバインは約0.2 mgを精密に量りエタノール10 mLに溶解し、さらにエタノールで希釈して10及び20 µg/mLの標準溶液とした。

3. アルカロイドの抽出 乾燥粉末試料(葉, 花茎, 根及びさく果)約0.5 gを精密に量り, 75 %エタノール30 mLを加え強アンモニア水でpH 9~10とした。1時間振とうした後遠心分離して上清を得, 残渣は75 %エタノール10 mLで2回洗って上清に合わせた。溶媒を減圧留去して濃縮した後エタノールにて10 mLとしてHPLC, TLC及びGC/MS用試料とした。

4. 分析条件 1)HPLC測定条件 装置: 日本分光(株)製ガリバーシリーズ, 分析条件: 図2に示す。2)TLC条件 薄層板: シリカゲル(Kiesel gel F254, MERCK社製), 展開溶媒: クロロホルム・メタノール(9:1), 検出: UV254 nmの紫外線ランプ下でテバインのスポットを特定し, マルキス試薬⁴⁾にて発色させて確認した。3)GC-MS測定条件 装置: 島津製作所(株)製QP-5050A, 分析条件: 図3に示す。

結 果

1. 分析条件の検討 1)抽出方法の検討 検体A~H乾燥根等量混合物, 検体I, J及びKの乾燥根試料についてジクロロメタンを用いたソックスレー抽出法⁵⁾及び上述のアルカリ性75 %エタノールによる抽出法を比較した。その結果, アルカリ性75 %エタノールによる抽出は短時間でソッ

クスレー抽出法と同等の抽出が得られたため, これ以降の検討ではエタノールによる抽出を行うこととした。

2)HPLC条件の検討 Krennらの方法⁶⁾を用いた。原法はグラジエント条件でモルヒネ等7種のアルカロイドを同時に測定するものであるが, 今回の検討ではテバイン及びイソテバイン以外のアルカロイドを測定しないことから, アイソクラティックな条件で分析を行った。妨害ピークが少ない15分程度にテバインが溶出するように水溶液とアセトニトリルの比率を79:21とした。この条件ではイソテバインの保持時間は12分程度である。また10 µg/mL標準液から得られるテバイン及びイソテバインの各スペクトルを検体から得られるスペクトルと比較して同定を行った。(図2)

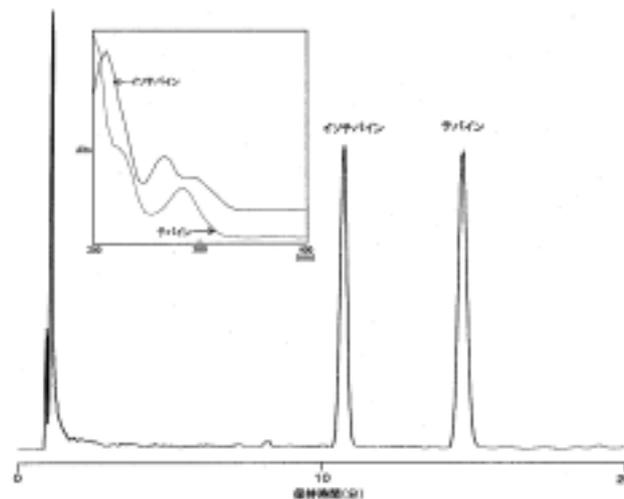


図2. テバイン及びイソテバインのHPLC分析結果及びそのスペクトル

HPLC条件 カラム: TSKgel ODS-80_{TM}(4.6mm i.d. × 150mm, (株)東ソー), 移動相: リン酸でpH3.2とした0.0127mol/L 1-ヘプタンスルホン酸ナトリウム / CH₃CN(71:29), カラム温度: 40 °C, 流速: 1mL/分, 検出: 200~400nm, 但し定量は280nm, 注入量10 µL

3)GC/MS条件の検討 GCにより予備的な検討を行ったところ, DB-1カラムを用いた昇温条件でテバインは7分程度に検出された。EI法によるイオン化を行ったところテバインの分子イオンピークであるm/z 311のスペクトルがメインピークとして得られた(図3)。検体に応用したところ妨害なくテバインを検出することが可能であった。

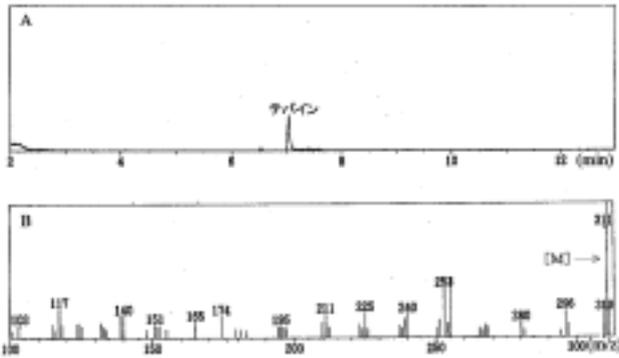


図3 . テバインのGC/MS分析結果及びそのマススペクトル
A: トータルイオンクロマトグラム, B: EI マススペクトル
GC/MS条件: カラム: DB-1 (J&W社製, 0.25mm I.D. × 30m),
温度: 230 (2分) - 10 /分 - 260 (5分), イオン化条件: EI,
検出 m/z 311.

1. 外部形態の比較 ハカマオニゲシ, *P. pseudo-orientale* 及びオニゲシの形態の比較については国連報告⁷⁾に詳細が記載されているが, そのうち観察可能であった項目について抜粋して記載した(表2). 写真A~Cに標準的なハカマオニゲシとして全体像(写真A)、花基部拡大図(写真B)及びつぼみ(写真C)を示した. 写真A及びBによりハカマオニゲシの最大の特徴である深紅色の花色, 基部から続く黒斑及び花直下の総包片(ハカマ)が観察できる. さらに写真Cでがく片の伏した剛毛及び総包片を示した. 次に今回検討した検体について形態的な特徴を表3及び

一部の検体について写真を示す.

開花したハカマオニゲシ(A株及びB株)の花色は深紅色で, 基部からは浮いた縦長の黒紫色の斑が見られた(写真D). 花色は標準的なハカマオニゲシと同様であるが, 黒斑の形状は標準的なものとは異なっていた. 花弁数はハカマオニゲシで通常6枚とされているがA株では4枚, B株では6枚であった. がく片, つぼみ及びがく片の剛毛はハカマオニゲシの特徴と一致して伏している. 茎上葉はA株では3分の1程度に1枚, B株で3分の1より上部に3枚の葉が見られた. ハカマオニゲシで茎上部3分の1より上に5~7枚とされており, A株, B株ともに基準は満たしていない. 総包片はA株及びB株でそれぞれ0及び3枚であり, この点についても5から8枚という基準は満たされていない. 総包片は種名の由来になるほど特徴的であるはずであるが, 後述するようにオニゲシとして購入したI株に大きな総包片が見られ, ハカマオニゲシに総包片が見られない株(A株)があるなどその数を鑑別基準にするのは難しいといえる. なお, 総包片の数については広島県可部保健所作成の「ハカマオニゲシの鑑別の手引き」でも, 重要な指標となり難いとされており, 我々の観察でもそれが裏付けられた. 以上外部形態上はA株, B株共典型的なハカマオニゲシではなく, B株がよりハカマオニゲシに近い形態を持ち, A株は*P. pseudo-orientale* に近いと観察された.

種苗業者からオニゲシとして購入し, 薬用植物園で栽培したI株及びJ株の形態について観察した結果を次に述べ

表2 . ハカマオニゲシ、*Papaver pseudo-orientale*及びオニゲシの外部形態の比較

	ハカマオニゲシ	<i>Papaver pseudo-orientale</i>	オニゲシ
花弁色	深紅色	オレンジ系赤、ピンク	明るい赤、オレンジ
黒斑	基部から縦長の長方形で黒紫色	基部から縦長又は基部から浮いた横長の長方形で黒紫色	基部から縦長の長方形で黒紫色又は全く認められない
数	通常6枚	4から6枚	通常4枚
がく片	3枚	2又は3枚	2枚
がく片の剛毛	伏している	まばらな開出毛	開出毛
つぼみ	成長中常に上向き	成長中常に上向き	成長中下向き、開花直前に上を向く
茎上葉	茎の上部3分の1のところに5~7枚	茎の上部3分の1のところに5~6枚	茎の中央部、まれにそれより上部に2~3枚
総包片(ハカマ)	5から8枚	0から4枚	無し

The Third Working Group on *Papaver Bracteatum*, Scientific Research on *P. bracteatum*, ST/SOA/SER. J/15, United Nations Secretariat, Division of Narcotic Drugs, Geneva 1974 (文献7)より抜粋

表3 . 開花した植栽品及び収去品の外部形態比較

	A, B	I	J	K	L
	薬用植物園植栽品			首都圏個人宅より収去品	
花弁色	深紅色	深紅色	オレンジ	(真紅)	(真紅)
黒斑	基部から浮いた縦長の長方形、薄い黒紫色	基部から縦長の長方形、黒紫色	無し	(有り)	(有り)
数	4または6枚	4枚	4枚	不明	不明
がく片	3枚	3枚	2枚	不明	不明
つぼみ	上向き	上向き	下向き	不明	不明
がく片の剛毛	伏している	開出毛	開出毛	不明	不明
茎上葉	A: 茎の上3分の1付近に1枚, B: 茎の上3分の1より上に3枚	茎の上3分の1より上部に1~2枚	茎の上3分の1より上部または中央部に1~2枚	K-1: 茎中央付近に2~3枚, K-2: 茎の上3分の1より上部に2枚	茎の中央より上部に1~2枚
総包片(ハカマ)	A: 0枚, B: 3枚	1~4枚	0~2枚	L-1: 1枚, L-2: 無し	2枚



写真．ハカマオニゲシ及びオニゲシの外部形態

A：標準ハカマオニゲシ

B：標準ハカマオニゲシの花基部

C：標準ハカマオニゲシのつぼみ

D：ハカマオニゲシA

E：オニゲシ 株（右）及びJ株（左）

F：オニゲシ 株のつぼみ

る。花色はI株は標準的なハカマオニゲシに近い深紅色でハカマオニゲシA株、B株よりも濃い基部からの黒斑が見られた(写真E右)。しかしJ株は花色はオレンジ色で黒斑はなかった(写真E左)。また、I株はがく片3枚で花弁は6枚、J株はがく片2枚で花弁4枚であった。がく片の剛毛は、*P. pseudo-orientale*及びオニゲシでは開出するとされており、I株(写真F)及びJ株も同様に開出していた。茎上葉はI株、J株とも1~2枚が認められた。総苞片は、I株は1~4枚、J株では見られなかった。形態的な特徴はI株はハカマオニゲシと*P. pseudo-orientale*の中間種であり、J株はオニゲシに近い種であるといえる。

また、個人宅で抜去されたK株及びL株は開花時期を過ぎており花色、花弁数、がく片上の剛毛について観察はできなかったが、真紅で黒斑があったとの情報を薬事監視員より得た。茎上葉はK株で茎上部に1~2枚の葉が認められた。L株では全草が得られなかったため、葉がある位置が茎のどの付近にあるかは明確ではないが、中央部の上部に1~2枚の葉があるように思われた。総苞片についてはK株では0ないし1枚、L株では0ないし2枚であった。

なお、葉については色調、形状、毛等の形態がハカマオニゲシ及びオニゲシでほとんど一致し、有力な鑑別要素とはならなかった。

3. アルカロイドの分析 HPLC, TLC及びGC/MSを用いて各検体の分析を行った。図2に示すようにモルヒン型アルカロイドのテバイン(図1A)とアボルフィン型アルカロイドのイソテバイン(図1B)は特徴的なUVスペクトルを示した。そこで全検体のテバイン及びイソテバインの定性及び定量はHPLCにて行った。また、ハカマオニゲシA, B及びI~L株の全部分についてはTLC, A~K株の根及びL株の葉についてGC-MSによりテバインの確認を行った。このうちHPLCによる定量結果を表4に示す。

ハカマオニゲシのテバイン含量は葉で0.08~0.57%(平均0.29%)、根で0.19~1.17%(平均0.70%)、開花したA及びB株のさく果では1.03%及び1.39%であった。葉及び根で最もテバインの含量が少ないのはA株であった。また、全ての部位の測定を行ったA, B株で最も含量の高い部位はさく果、続いて根であった。ハカマオニゲシのテバイン含量は根で1.0~1.5%、さく果で1.5~3.5%⁵⁾とされているので、今回分析した検体は含量が少ない傾向にある。なおハカマオニゲシA株では含有量はテバインよりは少ないもののイソテバインも検出された。

薬用植物園植栽のI及びJ株ではテバイン及びイソテバインが検出された。I株の葉、根、花茎のテバイン含量はハカマオニゲシ平均よりは少ないものの、ハカマオニゲシA株よりは多かった。又、さく果のテバイン含量もA株よりは高い値を示した。また、J株にも葉・根・花茎ではハカマオニゲシA株と同程度のテバインが含有されていた。部位別のテバイン含量はハカマオニゲシと同様にさく果が最も多く根が続いていた。

表4. テバイン及びイソテバインの分析結果

	部位	テバイン(%)	イソテバイン(%)
A	葉	0.08	0.01
	根	0.19	0.06
	花茎	0.07	0.24
	さく果	1.03	0.18
B	葉	0.20	N.D.
	根	0.82	N.D.
	花茎	0.47	N.D.
	さく果	1.39	N.D.
C~H	葉	0.26~0.57	N.D.
	根	0.41~1.17	N.D.
A~H平均	葉	0.29±0.13	
	根	0.70±0.29	
	花茎	0.28	
	さく果	1.21	
I	葉	0.13	0.15
	根	0.31	0.24
	花茎	0.19	0.12
	さく果	1.25	0.65
J	葉	0.08	0.02
	根	0.17	0.14
	花茎	0.11	0.04
	さく果	0.40	0.12
K-1	葉	N.D.	0.05
	根	N.D.	0.05
	花茎	N.D.	0.05
	さく果	N.D.	0.03
K-2	葉	N.D.	0.12
	根	N.D.	0.06
	花茎	N.D.	0.13
	さく果	N.D.	0.23
L	葉	N.D.	0.04
	さく果	N.D.	0.04

N.D.: 検出せず 検出限界: 0.001%

一般家庭から抜去されたK及びL株についてはテバインは検出されず、イソテバインのみを検出した。K-1及びK-2株は同一の場所で栽培されたものであるが、イソテバインの含量はかなり異なっていた。この2株が実生であるか株分けかは不明である。

なお、TLCとHPLCのテバイン分析結果は一致しており、テバインを含有する試料ではTLCによる分離後にマルキス試薬による特異的な発色が確認できた。また、HPLC及びTLCによりテバイン含有が確認された試料(A~J株の根)ではGC/MSにより m/z 311のスペクトルを確認した。

考 察

違法ケシ類の鑑別及び抜去は外部形態に基づいて行われるが、ソムニフェルム及びセティゲルムの鑑別は蠟質の葉や茎が無毛であることなど形態が特徴的であり、問題となることは少ない。しかし、ハカマオニゲシについては形態的には鑑別が難しい個体が存在することが従来より指摘されてきた⁸⁾。これは、オニゲシとハカマオニゲシとの中

間の形態を持つ *P. pseudo-orientale* という種がそもそも存在すること、ハカマオニゲシが麻薬原料植物として指定されたのは平成2年(法律33号)であり、それまで栽培が許可されていたことにより、純系ハカマオニゲシとその他のオニゲシ類との交雑種が一般家庭もしくは種苗業者に残っていることが理由として考えられる。

窪田らは法律改正直後の1992年に広島県内で抜去したオニゲシ類の分析を行った結果、一般家庭にもハカマオニゲシが植栽されていたこと及びそれらのケシは園芸業者より購入したものであったことを報告している⁸⁾。彼らは一般家庭に植栽されていたオニゲシ類18株を分析し、その中からテバインを含有する4株を確認した上で、外部形態及び染色体分析により1株をハカマオニゲシ、3株を *P. pseudo-orientale* としている。

我々の検討ではアルカロイド分析でハカマオニゲシA及びI、J株ではイソテバインとテバインが共に検出されていることから、これらの株は *P. pseudo-orientale* とハカマオニゲシ、またはオニゲシとハカマオニゲシとの交雑が疑われた。それに対してハカマオニゲシB~H株は成分の面からは純粋なハカマオニゲシであると考えられる。この推定は外部形態の比較から得られた推定とも矛盾しない。しかしB株においてもA株と同様ハカマオニゲシの形態的な特徴を完全に満たしておらず、C~H株については開花していないため外部形態との関連が不明のまま残された。なおA~H株で株によりテバイン含量が大きく異なっているのは、交雑の可能性に加え、これらの株が実生株で株間の個体差も大きいためと考えられる。

また薬用植物園でテバインが検出されたオニゲシ(I及びJ株)は、法改正から10年を経て園芸業者から購入したものである。それに関わらず、花色が深紅色で黒斑及び総包片を有する形態的にハカマオニゲシに近いI株と、花色がオレンジ色で黒斑はないが小さな包葉を持つ、形態的にはオニゲシに近いJ株が混在していた。これにより園芸業者には未だ交雑種が残されているか、若しくは *P. pseudo-orientale* を保有していることが明らかになった。I、J株とも部位によってはハカマオニゲシA株と同等以上のテバインが含有されており、オニゲシも上述のハカマオニゲシと同様、外部形態からテバイン含有量を類推できない。

一般家庭で抜去されたK及びL株については、花色・総包片等の形態的にはハカマオニゲシを疑われたもののテバインを含有していないことから *P. pseudo-orientale* であった可能性が高い。しかし、薬用植物園と同様にテバインを含有するオニゲシ類が家庭で植栽される可能性も非常に高いと考えられる。

以上より、麻薬原料としてハカマオニゲシを規制する場合、外部形態による鑑別では不十分であることが明らかである。これは形態的にはハカマオニゲシとしての条件を満たしていないにも関わらずテバインを比較的多く含有するオニゲシまたは *P. pseudo-orientale* が存在する事と実生のハカマオニゲシの場合必ずしも典型的な形態を示さないとい

う2つの理由による。

平成14年6月に新たに麻薬原料植物として指定されたマジックマッシュルームの場合、鑑別は個々のキノコの形態ではなく幻覚成分含有の有無による⁹⁾。これは幻覚成分を含むキノコは多種類存在する上に一般的にキノコは形態による鑑別が難しい事による包括的な指定であると考えられる。ハカマオニゲシ等のテバインを含有するオニゲシについても同様にテバイン含有の有無若しくは含有量による規制が望ましいと考えられる。そのためにフィールドにおいて麻薬監視員等が植物中のテバインを簡易・迅速に分析する必要がある。

園芸カタログには交配により作出された様々な花色・形・斑を持つオニゲシ類が「オリエンタルポピー」という名称で掲載・販売されている。しかし、I及びJ株の例が示すように、園芸業者が保持する株にテバインを比較的多く含有する株があり、それらが新しく作出されるオニゲシ類の親株として使われる可能性もある。従って、一般に園芸種として販売されているケシについても形態とは関係なくテバインの有無について広範な調査が必要であると考えられる。引き続き園芸種のオニゲシ中のテバイン含量について検討を行う。また、植物の葉・乳液等からのテバインの簡易迅速抽出・分析法の検討を行う予定である。

ま と め

1. 薬用植物園で栽培されていたハカマオニゲシ及びオニゲシとして通信販売されていたケシからテバインを検出した。個体によりテバイン含量には差が認められた。ハカマオニゲシのテバイン含量は、葉で0.08~0.57%(平均0.29%)、根で0.19~1.17%(平均0.70%)、開花したA及びB株のさく果では1.03%及び1.39%であった。オニゲシとして購入されたI株では葉中0.04%、根中0.07%、さく果中0.23%、J株では葉中0.02%、根中0.04%、さく果中0.10%のテバインを含有していた。
2. 埼玉県下及び都内一般家庭で栽培されていたハカマオニゲシ類似の株からはテバインは検出されなかった。(検出限界:根中0.0001%、葉中0.001%)
3. 園芸種として市販されているオニゲシにテバインを比較的高濃度で含有する種があることが明らかになった。この事は形態とテバイン含量は必ずしも一致しない事を裏付けた。引き続き園芸種のオニゲシ中のテバイン含量について検討を行う必要があると考えている。

文 献

- 1) 昭和29年4月22日法律第71号
- 2) 田中潔 編, 現代の薬理学増補第18版, 102, 1996年, 金原出版株式会社, 東京
- 3) 麻薬研究会監修, 麻薬・向精神薬・覚醒剤管理ハンドブック2001年版(第6版)22, 2001年, 株式会社じほう, 東京
- 4) 第十四改正日本薬局方解説書, 1743-1745, 2001年, 廣

川書店, 東京

- 5) ハカマオニゲシ (*Papaver Bracteatum Lindl.*) の栽培に関する研究(1976~1981年), 昭和57年, 国立衛生試験所, 筑波薬用植物栽培試験場, 北海道薬用植物栽培試験場
- 6) L. Krenn, S. Glantschnig, U. Sorgner, *Chromatographia*, 47, 21-24, 1998
- 7) The Third Working Group on *Papaver Bracteatum*, Scientific Research on *P. bracteatum*, ST/SOA/SER. J/15, United Nations Secretariat, Division of Narcotic Drugs, Geneva 1974
- 8) 窪田正彦, 新井清, 頼光彰子, 他: 薬学雑誌, 113, 810-817, 1993
- 9) 麻薬, 向精神薬及び麻薬向精神薬原料を指定する政令の一部を改正する政令の施行について(通知), 医薬発第0507001号, 平成14年5月7日