

分担研究報告書

欧州における産業用大麻の現状－栽培品種と各国の利用状況－

研究分担者：花尻（木倉）瑠理（国立医薬品食品衛生研究所生薬部 室長）

研究協力者：緒方 潤（国立医薬品食品衛生研究所生薬部 主任研究官）

【研究要旨】

欧州のみならず、産業用大麻は世界的規模で栽培・生産が加速している。米国においても昨年末、改正農業法案が成立し、産業用大麻の大規模栽培が承認されている。欧州での産業用大麻生産の歴史は長く、市場規模は二桁成長を続けている。欧州では産業用用途で使用する大麻は、低 THC 含有栽培種のみ限定され、現在 EU において 68 栽培品種が認定されている。大麻は生物学上、雌雄異株であるが、栽培管理の簡便化と収量維持のために雌雄同株の栽培品種が育種改良されている。また、テトラヒドロカンナビノール (THC)、カンナビジオール (CBD) の前駆体であるカンナビゲロール (CBG) を蓄積し、THC および CBD を含有しないとされる変異種を産業用大麻栽培品種として導入している。

A. 研究目的

現在、欧州における産業用大麻市場は発展を続けており、EU 内の産業用大麻栽培面積も 2011 年以降急速に拡大している<sup>1)</sup>。大麻には「嗜好用」、「医療用」、「産業用」と 3 つの使用用途が考えられるが、欧州における産業用大麻利用については、めざましい発展を遂げている<sup>2)</sup>。アメリカでは、今後 5 年間の農業政策などを定めた 2018 年度改正農業法案(産業用大麻の大規模栽培を認める条項を含む)が 2018 年 12 月大統領署名を経て成立するなど、産業用用途大麻の栽培・生産は世界的広がりを見せている。一方で、産業用大麻において、テトラヒドロカンナビノール (THC; 大麻の主要な精神活性成分) 濃度などは、各国(各地域)独自のルールをもとに

規制している<sup>2)</sup>。そこで本研究では、欧州における産業用大麻の現状、栽培品種と各国の利用状況について文献調査を行った結果を記載する。

B. 研究方法

情報検索ツールとして、学術的知見に関しては PubMed を用い、検索語として、Cannabis sativa, hemp, industrial 等を用いた。また、インターネット上の欧州の公的 HP の記載内容も調査対象とした。

C. 研究結果・考察

産業用大麻における品種改良の目的は、

THC 濃度の低減(ゼロ化), 繊維(繊維・工業製品)含有量の向上, 種子(食品・オイル製品)収穫量の向上, 繊維・種子の品質の向上, 耐寒性・耐暑性の付与, 早晩性の付与, 病害抵抗性の付与などがあげられる。

Plant variety database - European Commission<sup>3)</sup>(EU)は, 種子が欧州連合全体で販売・提供されているすべての農業用登録植物品種の検索データベースであり, 2019年現在, 大麻 68 品種が登録されている(表 1)。登録されている産業用大麻品種数は, 1995 年に 12 であったものが 2016年に 57と急増している<sup>4)</sup>。ただし, すべての品種が自由に栽培可能というわけではなく, ドイツでは Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung<sup>5)</sup> (Federal Officer for Agriculture and Food)が大麻栽培の審査・監督を行っており, THC 濃度が 2 年間基準値を超えた品種(2018年度 2 品種指定 ‘Bialobrzskie’, ‘Carmagnola’)に関しては栽培禁止などの措置を行っている。また, イタリアの Ministero delle politiche agricole alimentari, forestali e del turismo<sup>6)</sup> (Ministry of agricultural food, forestry and tourism policies)には, 大麻の栽培に関して, 登録認証された種子のみからの繁殖は可能であるが, 交配などは許可していない。EUの THC 濃度上限値は 0.2%とされているが, Callaway(2008)の研究結果によれば, 欧州産業用大麻栽培品種の代表的存在である ‘Finola’ (シードオイルなど油脂製品に種子が利用されている)においても, 異なる採取日に得られた植物試料では 0.05 から 0.32%まで THC 濃度の変動差がみられている<sup>7)</sup>。

大麻は一般に, 雌雄異株(dioecious)として知られているが, 現在の産業用大麻品種には雌雄同株(monoecious)が存在する(表 1)。雌雄同株は自然条件下での天然に存在する変種(雌雄同株は比較的現れやすい形質であり, しばしば雌雄異株集団栽培下でも観察される<sup>8)</sup>)の選抜

栽培<sup>9)</sup>によって得られ, 均質性の高さや, 種子収量の高さなどの農業的利点があるが, 繊維収量が低く, 繁殖能力が弱いため, 雌雄同株集団を厳密に隔離して栽培する必要がある<sup>8)</sup>。1927 年 Hirata は日本在来種 ‘Karafuto’由来の雌雄同株大麻について報告した<sup>10)</sup>。1943 年 Neuer と Sengbusch は雌雄同株の性質を固定化させる手法を報告し<sup>8)</sup>, 現代栽培品種(‘Férimon,’ ‘Fédora,’ ‘Félina,’ ‘Futura,’ ‘Uso,’ ‘Beniko,’ ‘Bialobrzskie,’ ‘Uniko’などの親(起源)である ‘Fibrimon’が作出された<sup>8)</sup>。なお, 環境条件(光周期)の変化や化学処理(エスレル, 硝酸銀+チオ硫酸銀)によっても雌雄同株を作出, 作成できる<sup>11,12)</sup>。化学処理による雌株に雄花を着生させる手法は, 同じアサ科のホップ(セイヨウカラハナソウ)でも可能であり, その制御法は特許化されている<sup>13)</sup>。また, 本植物体(雌雄同株)の自家受粉で得られる種子はすべて雌株(いわゆる Feminized seed)となる<sup>12,13)</sup>。

大麻の雄株は, 通常, 雌株より背が高く細い。また, 雌株より高い繊維含有量と品質を有するが, 雌株より早く成熟する<sup>14)</sup>。大麻は通常, 二倍体( $2n=20$ )で, 9 対の常染色体(autosome)と 1 対の性染色体からなる。雌雄異株における性決定は, X-to-autosome(X/A) balance system によって制御され<sup>15)</sup>,  $X/A=1$ が雌株,  $X/A=0.5$ が雄株になると考えられている<sup>16)</sup>。一方で, Y 染色体は正常な花粉の発生に必須であると報告されている<sup>17)</sup>。雌雄同株に対する細胞遺伝学的研究では, 典型的な二倍体染色体数( $2n=20$ )を示すが, Y 染色体はなく, X 染色体の 2 つのコピーが存在するとしている<sup>18)</sup>。

今日の欧州の産業用大麻栽培品種の多くは共通の祖先を共有している。ほとんどの繊維栽培品種は ‘Carmagnola’(在来種)に由来し, ほとんどすべての雌雄同株品種がフランスの ‘Fibrimon’に由来している<sup>19)</sup>。フランスの栽培品

種はほとんどが雌雄同種で、主にパルプ生産用に栽培されている。現在の栽培品種は、‘Fibrimon’から直接選抜されるか、‘Fibrimon’といくつかの繊維栽培種との交配から選抜されている。‘Fibrimon 21’、‘Fibrimon 24’、‘Fibrimon 56’の数字の違いは、成熟期の異なりを示す<sup>20)</sup>。ハンガリーの栽培品種は一般に雌雄異株で、ロープや工業用繊維の生産に使用される。ハンガリーは、雑種強勢繁殖が実施された唯一の国で‘Uniko B’は‘Kompolti’ × ‘Fibrimon 21’のシングルクロスハイブリッド(雑種)で、‘Kompolti Hybrid TC’は、中国原産の‘Kinai Kétlaki’ × ‘Kinai Egylaki’のF1に‘Kompolti’を交配させたスリーウェイクロス(TC)ハイブリッド(雑種)である<sup>20)</sup>。ポーランドの栽培品種‘Bialobrzieskie’と‘Beniko’は主に、ロープ、軍用織物、混紡糸、繊維ボードおよび工業用オイル製品の製造を目的としている。‘Beniko’は‘Fibrimon 21’ × ‘Fibrimon 24’の交配種から選抜されたものである<sup>20)</sup>。

1998年 Virovets は、雌雄同株であり、THC濃度 0.03%未満の‘Uso-31’を作出したと報告した<sup>21)</sup>。フランスの育種家は、1987年、THC濃度 0.1%未満の‘Férimon12’を作出し、1997年、“THC-free plant”として‘Santhica 23’を作出した。その主要カンナビノイドは; THC(A)およびカンナビジオール(CBD(A))の前駆体であるカンナビゲロール; Cannabigerol(CBG(A))である<sup>7)</sup>。2017年の Bouayoun らによるモロッコ4地域による栽培、定量試験において‘Santhica 27’から THC は検出されておらず、CBG および微量の CBD が検出された<sup>22)</sup>。同一試験において‘Epsilon 68,’ ‘Futura 75’の THC 濃度は、それぞれ 0.022±0.0031, 0.026±0.026%であった<sup>22)</sup>。Sikora らは 6年間産業用大麻(6種)を栽培し、THC および CBD の含有量を調査した。栽培期間中の成長期降水量が多い年は、両化合物の

濃度は減少したと報告している<sup>23)</sup>。‘Futura’ THC(%) (Max; 1.000 Min; 0.045 Mean ± SE; 0.494±0.032), CBD (%) (Max; 3.261 Min; 1.011 Mean ± SE; 2.039±0.071) ‘Férimon’ THC (%) (Max; 0.250 Min; 0.060 Mean ± SE; 0.133±0.008), CBD (%) (Max; 2.320 Min; 0.430 Mean ± SE; 1.444±0.064), ‘Fedora’ THC (%) (Max; 0.670 Min; 0.022 Mean ± SE; 0.264±0.024), CBD (%) (Max; 2.228 Min; 0.568 Mean ± SE; 1.524±0.052), ‘Lovrin’ THC (%) (Max; 1.000 Min; 0.040 Mean ± SE; 0.581±0.034), CBD (%) (Max; 2.903 Min; 0.560 Mean ± SE; 1.406±0.076), ‘Beniko’ THC (%) (Max; 0.541 Min; 0.035 Mean ± SE; 0.252±0.020), CBD (%) (Max; 2.509 Min; 0.715 Mean ± SE; 1.592±0.059), ‘Bialobrzieskia’ THC(%) (Max; 0.264 Min; 0.033 Mean ± SE; 0.120±0.008), CBD (%) (Max; 1.920 Min; 0.760 Mean ± SE; 1.304±0.040)。

Pagani らは、2011年 ‘Carmagnola’より新規ビフェニルタイプカンナビノイド Cannabioxepane (CBX)を検出した<sup>24)</sup>。栽培品種間でカンナビノイド化合物の成分に違い、もしくは含有量差がみられることが示唆された。また、テルペノイド類の成分組成<sup>25)</sup>に関する調査や、近年、種子中の不飽和脂肪酸の成分組成評価<sup>4)</sup>が栽培品種間で行われており、成分の品質向上が見込まれる。‘Finola’は産業用大麻栽培品種の中でも最も分子生物学的研究が行われており、全ゲノム解析およびトランスクリプトーム解析も行われている<sup>26)</sup>。Bielecka らは ‘Finola’ にいくつかの不飽和脂肪酸合成に関与する遺伝子を見出しており<sup>27)</sup>、オイル、食品としての付加価値向上(ω3, ω6 脂肪酸高含有種の作成)を狙って、‘Finola’ × ‘カナダ栽培品種’の大規模交配を行っている<sup>6)</sup>。今後も様々な品種が登場するものと思われる。

#### D. 結論

産業用大麻は世界的にも発達した大きな産業であり、EU内では、68栽培品種が認証されている。THC含有0.2%以下の基準を順守しつつ、雌雄同株変異種、CBG蓄積変異種などを導入し、生産性や品質の向上を推し進めていた。

#### E. 参考文献/資料

- 1) European Industrial Hemp Association (EIHA) [www.eiha.org](http://www.eiha.org)
- 2) 平成29年度厚生労働行政推進調査事業補助金(医薬品・医療機器等レギュラトリーサイエンス政策研究事業分担研究報告書「危険ドラッグ等の濫用防止のより効果的な普及啓発に関する研究」大麻草の成分分析、海外の規制情報の把握 花尻(木倉)瑠理
- 3) EU <http://ec.europa.eu/>
- 4) Mario, B. *et al.*, *Agronomy*, 8, 162 (2018)
- 5) Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung <https://www.ble.de/>
- 6) Ministero delle politiche agricole alimentari, forestali e del turismo <https://www.politicheagricole.it/>
- 7) Callaway, JC., *J Ind Hemp* 13, 117-144 (2008)
- 8) Grassi, G., McPartland, JM., *In Cannabis sativa L. - Botany and Biotechnology*, eds. Chandra, S., Lata, H., ElSohly, MA., Springer, 137-160 (2017)
- 9) Neuer, H., Sengbusch, R., *Zucker* 15, 49-62 (1943)
- 10) Hirata K., *J Genet*, 19, 65-79 (1927)
- 11) Mohan Ram HY., Sett R., *Zeitschrift Fuer Pflanzenphysiologie* 105, 165-172 (1982)
- 12) Mohan Ram HY., Sett R., *Theor Appl Genet* 62, 369-375 (1982)
- 13) キリンホールディングス株式会社, JP 6050234 (2016)
- 14) Onofri, C., Mandolino, G., *In Cannabis sativa L. - Botany and Biotechnology*, eds. Chandra, S., Lata, H., ElSohly, MA., Springer, 319-342 (2017)
- 15) Vyskot, B., Hobza, R., *Trends Genet* 20, 432-438 (2004)
- 16) Ming, R., Bendahmane, A., Renner, SS., *Annu Rev Plant Biol* 62, 485-514 (2011)
- 17) Shephard, HL., Parker, JS., Darby, P., *New Phytol* 148, 397-411 (2000)
- 18) Razumova, OV., *et al.*, *Protoplasma* 253, 895-901 (2016)
- 19) Clarke, RC., Merlin, MD., *CRITICAL REVIEWS IN PLANT SCIENCES* 35, 293-327 (2016)
- 20) de Meijer, E., *Journal of the International Hemp Association*, 2, 66-73 (1995)
- 21) Virovets, VG., *J Int Hemp Assoc* 5, 32-34 (1998)
- 22) Bouayoun, T. *et al.*, *IJPPR* 9, 643-653 (2017)
- 23) Sikora, V., *et al.*, *GENETIKA*, 43, 449-456 (2011)
- 24) Pagani, A. *et al.*, *Tetrahedron*, 67, 3369-3373 (2011)
- 25) Hillig, KW. *Biochemical Systematics and Ecology*, 32, 875-891 (2004)
- 26) Van Bakel, H. *et al.*, *Genome Biol* 12, R102 (2011)
- 27) Bielecka, M. *et al.*, *Plant Biotechnol J* 12, 613-623 (2014)

F. 研究発表

1. 論文発表  
なし
2. 学会発表  
なし

G. 知的所有権の取得状況

なし

表 1. EU 認証産業用大麻栽培品種

Variety	Country (of maintainers)	Cultivar type	THC content <sup>a)</sup>	CBD/CBG content <sup>a)</sup>	Remarks
Adzelvieši	Latvia				
Armanca	Romania				
Asso	Italy	dioecious			
Austa SK	Lithuania, Latvia				
Beniko	Netherlands, Poland	monoecious			
Bialobrzeskie - Bialobrzeskie	Czech Republic Poland	monoecious	<0.12%	1.00-1.50%	Cannabis seed type which are not allowed in Germany in 2018: The average THC content was above the allowed maximal concentration in two years.
Bialobrzeskie					= Bialobrzeskie
Cannakomp	Hungary	hybrid			TC hybrid
Carma	Italy	dioecious			prevalent-CBG cultivar
					Cannabis seed type which are not allowed in Germany in 2018: The average THC content was above the allowed maximal concentration in two years.
Carmagnola	Italy	dioecious			
Carmaleonte	Italy	dioecious			
Chamaeleon	Netherlands				
Codimono	Italy	dioecious			
CS (Carmagnola Selezionata)	Italy	dioecious			
Dacia Secuieni	Romania	monoecious	<0.02%	<0.5%	
Delta-405	Spain				
Delta-Ilosa	Spain				
Denise					Certification and marketing of seed of the variety is allowed until the indicated date. 30.06.2020
Diana		monoecious			Certification and marketing of seed of the variety is allowed until the indicated date. 30.06.2020
Dioica 88	France	dioecious			
Earlina 8 FC	France				
Eletta Campana	Italy	dioecious			
Epsilon 68	France	monoecious			
Fedora 17	France	monoecious	<0.12%	1.50-2.00%	
Felina 32	France	monoecious	<0.12%	2.00-3.00%	
Férimon - Ferimon	France	monoecious			
Ferimon					= Férimon
Fibranova	Italy	dioecious			
Fibrante	Italy	dioecious			
Fibrol	Hungary	monoecious			
Fibror 79	France				
Finola	Finland	dioecious			
Futura 75	France	monoecious	<0.12%	2.00-3.00%	
Glecia	Italy	dioecious			
Gliana	Italy	dioecious			
Glyana	Poland				
Henola	Poland				
Ivory	Netherlands				
KC Bonusz	Hungary				
KC Dora	Hungary	monoecious	<0.12%	2.00-3.00%	
KC Virtus	Hungary		<0.12%	2.00-3.00%	
KC Zuzana	Hungary	monoecious	<0.12%	2.00-3.00%	
KCA Borana	Hungary				
Kompolti hibrid TC	Hungary	hybrid	<0.12%	2.00-3.00%	TC hybrid
Kompolti	Hungary, Netherlands	dioecious	<0.12%	2.00-3.00%	
Lipko	Hungary				TC hybrid
Lovrin 110	Romania	dioecious			
Marcello	Netherlands				
Markant	Netherlands				
Monoica	Czech Republic, Hungary	monoecious	<0.12%	1.50-2.00%	

表 1. EU 認証産業用大麻栽培品種（続き）

Variety	Country (of maintainers)	Cultivar type	THC content <sup>a)</sup>	CBD/ <b>CBG</b> content <sup>a)</sup>	Remarks
Rajan	Poland				
Ratza	Romania	monoecious	<0.02%	<0.5%	
Santhica 23	France	monoecious			prevalent-CBG cultivar
Santhica 27	France	monoecious	<0.12%	<b><u>1.50-2.00%</u></b>	prevalent-CBG cultivar
Santhica 70	France	monoecious	<0.12%	<b><u>2.00-3.00%</u></b>	prevalent-CBG cultivar
Secuieni Jubileu	Romania	monoecious	<0.02%	<0.5%	
Silvana	Romania	monoecious	<0.20%	1.50-2.00%	
Succesiv	Romania				
Szarvasi					Certification and marketing of seed of the variety is allowed until the indicated date. 30.06.2020
Tiborszallasi	Hungary	dioecious	<0.20%	2.00-3.00%	
Tisza	Hungary	hybrid	<0.12%	1.50-2.00%	SC hybrid
Tygra	Poland	monoecious			
Uniko B	Hungary	hybrid			SC hybrid
Uso-31	Netherlands	monoecious	<0.06%	0.50-1.00%	
Villanova	Italy	dioecious			
Wielkopolskie	Poland	monoecious			
Wojko	Poland				
Zenit	Romania	monoecious	<0.02%	<0.5%	

a) IHEMP FARM [www.ihempfarms.com/](http://www.ihempfarms.com/)