資 料

最近におけるカナダを中心としたナタネの研究

高 木 徹

名古屋大学工学部応用化学教室 (名古屋市千種区)

Recent Researches on Rape Seeds Progressed Mainly in Canada

Tōru TAKAGI

Dept. of Applied Chemistry, Faculty of Engineering, Nagoya University
(Chigusa-ku, Nagoya)

1 ま え が き

ナタネは油脂原料として古くから重要な農産物であるが、最近ではカナダにおいてナタネに関する研究がとりわけ盛んであるから、本文ではカナダにおけるナタネの研究を紹介することにした。カナダ西部のナタネは年 1000 万ドルの安定した収益をあげ、カナダの重要な農作物の一つである。その 90% は種子として輸出されているが、国内でもナタネの需要が増加し、新抽出工場が建設されつつある。著者はカナダでナタネ研究の中心となっているカナダ国立研究所の Prairie Regional Laboratory に一年間勤め、また今春カナダオイルシード・トレイディング・ミッションとして来日された B.M. Craig 博士にナタネについてお話を伺う機会を得た。カナダのナタネは多量わが国に輸入されているので、関心をもたれている方がかなりおられるようであるので、本文では著者の知り得た範囲のカナダにおけるナタネに関する研究状況を述べたい。

2 ナタネの栽培

ナタネはカナダでは比較的新しい作物である。1942 年に初めて Black Argentine type (*Brassia napus* L.) の種子がアルゼンチンから輸入されて、農民に配られ、大規模な栽培が始められた。栽培の目的は当時不足した船用エンジンの潤滑油に用いるナタネ油をうるためであった。1942 年から 1948 年までは種子の買収価格はポンド 6 セントに決められ、産額は毎年増加した。ところが 1948 年に買収価格の統制がはずされたため、その後は急速に産額が減った。海外市場が確保されるとともに、1955 年以降は産額は急速に回復して 1960 年には作付け面積は 75 万エーカーに達した。カナダにおけるナタネ栽培の変化を表-1 に示した。

図-1 にカナダにおけるナタネの栽培地を示した。ナタネはおもにサスカチュワン、アルバータ両州の北中部およびマニトバ州南部に栽培されている。これらの土地で

表-1 カナダにおけるナタネ産額の変化¹⁾

	面 積 エーカー	エーカ ー当たり 収穫 (ポンド)	生 産 (1000ポンド)	価 格 (ポンド当 たりセント)	産 額 (1000ドル)
1945	20,400	529	10,000	6.0	651
1946	23,700	549	13,000	6.0	780
1947	58,300	375	21,862	6.0	1312
1948	80,000	800	64,000	6.0	3840
1949	20,000	850	17,000	5.0	850
1950	1,400	300	420	3.8	16
1951	7,500	950	7,125	3.5	246
1952	18,500	859	15,900	3.4	547
1953	29,500	877	25,875	3.5	923
1954	40,000	722	28,900	3.4	975
1955	136,200	568	77,400	3.5	1975
1956	357,000	855	305,000	3.0	9150
1957	618,000	701	433,000	3.5	15155
1958	626,000	620	388,100	2.5	9703
1959	213,500	834	178,000	4.1	7298
1960	756,000	729	551,000	—	—

はエーカーあたり 1500~2500 ポンドもとれることがある。種子は 5 月に蒔かれ、8 月、9 月に収穫される。カナダのナタネは大別すると *Brassica campestris* L. と *Brassica napus* L. (以下 B.c. および B.n. と略記する) に分かれる。前者はポーランド型と呼ばれ Arlo と Polish の 2 品種がある。ヨーロッパでは Turnip rape, Navette, Rubsen などと呼ばれる。後者はカナダではアルゼンチン型と呼ばれ、Golden のほかに Nugget, Regina などの品種が用いられている。これはヨーロッパではスウェーデンナタネ (Swede rape), 単に rape また

図-1 西カナダのおもなナタネ栽培地²⁾

表-2 アルゼンチン型、ポーランド型ナタネの相違^{2),3)} など

性 質	アルゼンチン型 <i>B. napus</i>	ポーランド型 <i>B. campestris</i>
油脂含量(%)	40~47	36~43
油脂ヨウ素価	93~106	102~114
収量(ポンド/ エーカー)	700~3000	通例 25% 少ない。
1000 種子重量 (g)	1.2~2.0	0.9~1.5
種子の色	暗カッ色から黒色	赤カッ色から黒色
成熟期間	ほぼ小麦と同じ	小麦より 2~3 週間はやい。
高さ (ft)	2.5~4	1.5~3
霜 害	うけやすい	うけがたい
か ん づ	夏のおわりにうけ やすい	取り入れがはやいのでうけ がたい
授 粉	ほぼ70%同花授粉	ほぼ完全に異花授粉
染色体数 2N	38	20

は Colza と呼ばれている。表-2 にそれぞれの型のナタネの特徴を示した^{2),3)}。

表-2 に示された特徴により、当初輸入されたアルゼンチン型よりポーランド型が好まれるようになり、今日では前記三州（まとめて Prairie Provinces 平原諸州と呼ばれる）ではアルゼンチン型は 20% にすぎない。ふつつ種子は両種を区別せず収穫されているという。この両種の *Brassica* 属中における関係は 図-2 中に示されているようである。図-2 中 *n* は染色体数を示す。

図-2 *Brassica* 属の系統図⁴⁾

3 ナタネ油

3.1 脂肪酸組成

大豆油、アマニ油などでは栽培条件によりそのヨウ素価がかなり変化する。しかしナタネ油ではエルシン酸含量が 20% 違っても同じヨウ素価を示すことがある。したがってナタネ油ではヨウ素価は必ずしも脂肪酸組成の指標とならない。実際に多数の試料について測定された

結果、カナダ産ナタネ油のヨウ素価は大部分が 98~108 の範囲にあった。一般に温度が低く、雨量が多いほどエルシン酸含量が多くなるが、ナタネ油の脂肪酸組成は生育した環境よりむしろ品種により大きな影響を受ける。表-3 にアルゼンチン型 および ポーランド型のナタネの種子油の脂肪酸組成を示した。ふつつポーランド型ではエルシン酸含量はアルゼンチン型よりかなり低い⁵⁾。

表-3 ナタネの種類による脂肪酸組成の相違²⁾

脂 肪 酸	アルゼンチン型 <i>B. napus</i>	ポーランド型 <i>B. campestris</i>
パルミチン酸	3~4	2~3
ステアリン酸	1~2	1~2
オレイン酸	13~24	23~26
リノール酸	13~16	12~18
リノレン酸	6~12	7~12
エイコセン酸	10~15	8~12
エルシン酸	36~45	22~33

B.M. Craig は 1958 年度に 22 の地方より得られた 6 種類のナタネ油の脂肪酸組成をガスクロマトグラフィーにより求め、脂肪酸組成の顕著な差を認めた。その差はパルミチン酸、ステアリン酸、エイコセン酸ではわずかで、おもな変化はオレイン酸、エルシン酸、リノール酸で起こった。エルシン酸とオレイン酸の含量の間の関係は 図-3 に示される。図-3 より

$$\text{オレイン酸}\% = -0.8590(\text{エルシン酸}\%) + 53.61 \text{ S.E.}(+1.4\%)$$

の関係が得られた。最近カナダ農務省サスカトーン研究所の Downey は前記 Craig とともにナタネ油中のエルシン酸がオレイン酸のカルボキシル基端へのアセテート 2 分子の付加により植物中で生成することを、放射性元素によるトレース技術により確認し、上記の関係式の成り立つ理由を説明している⁶⁾。

3.2 エルシン酸 free ナタネ油

一般に食用油としてはリノレン酸、エルシン酸が少な

図-3 ナタネ油中のエルシン酸とオレイン酸の間の量的関係⁷⁾

く、オレイン酸、リノール酸を多く含有する油、サフラワー油、ヒマワリ油、トウモロコシ油などが好まれている。カナダの油脂化学者はもしナタネ油に含まれているかなりの量のエルシン酸、エイコセン酸および8~9%のリノレン酸を完全に除けば、ナタネ油でこれらの油に置き換えうると考えた。そこで約70種類のコナネ油およびその同類の油についてB.M. Craigにより脂肪酸のガスクロマト分析が行なわれた。B.n. ではドイツ産の飼料用Lihoのみがエルシン酸28%で例外的にエルシン酸含量が低いことが認められた。またB.c. では最もエルシン酸含量の低いものはPolishの一試料の17%であった。

さきにサフラワー種子の選択によりヨウ素価100のサフラワー油が得られ、ふつうサフラワー油中に含有される70%のリノール酸が相当量のオレイン酸で置き換えられることが示された。そこでこの両種のコナネよりエルシン酸freeのコナネ種子の選択が企てられた。Lihoは2回の同花授粉と種子の選択後、エルシン酸freeの種子を与えた。この品種では炭素数20のアラキジン酸、エイコセン酸も完全に除かれるか、含量きわめて低く、オレイン酸とリノール酸が増加した。B.c. についてもその後エルシン酸freeの種子が得られた。エルシン酸freeのコナネ油脂肪酸組成を典型的な通常のコナネ油のものと比較して表-4に示した。西カナダでは1963年に工業的規模で試験抽出ができるだけのエルシン酸freeコナネ種子が得られる予定で計画が進められていた^{4), 5), 8)}。

表-4 エルシン酸 free ナタネ油組成⁵⁾

	B.n.			B.c.		
	Golden	Nugget	Zero Erucic	Polish	Arlo	Zero Erucic
パルミチン酸	3.5	3.6	4.7	2.9	2.7	3.4
ステアリン酸	1.2	1.4	1.8	1.2	1.5	1.1
オレイン酸	19.4	23.7	63.3	33.6	27.2	54.8
リノール酸	14.2	12.7	20.0	17.8	17.6	31.1
リノレン酸	8.0	5.9	8.9	9.4	8.5	9.6
エイコセン酸	14.1	15.2	1.3	11.8	12.0	0.0
エルシン酸	39.6	37.5	0.0	23.3	30.5	0.0

エルシン酸freeのコナネと、油脂脂肪酸中にエルシン酸40%を含有するコナネを交配させると、平均エルシン酸含量22~24%の油脂を含有する種子が得られる。ところが種子の一つ、一つについて、油脂脂肪酸成分を分析するとエルシン酸含量がかなり異なる。これは種子のエルシン酸含量が母系植物でなく、発生する胚により定まることを示す。二世代、三世代にわたる種子のそれぞれの油脂脂肪酸組成をガスクロマトグラフィーで測定した結果、エルシン酸含量は二つの遺伝子により決まるものと認められた。この二つの遺伝子の間では優性遺伝はなく、両者は相加的に作用することが認められた。エルシン酸含量に対する遺伝子の寄与を9~10%とすると、交配して得られた種子の油脂脂肪酸中のエルシ

ン酸含量の推定値は表-5のようである⁴⁾。実際にはそれぞれの遺伝子型に属するものが環境などの影響のためエルシン酸含量が変化し図-4のような結果を与える。

表-5 エルシン酸 free ナタネと高エルシン酸含有コナネの交配の結果できたF₂種子の性質⁴⁾

遺 伝 子 型	エルシン酸 (%)	種子の生成比
aa bb	0	1
Aa bb	9~10	2
aa Bb		2
AA bb	18~20	1
Aa Bb		4
aa BB		1
Aa BB	27~30	2
AA Bb		2
AA BB	36~40	1

図-4 エルシン酸 free ナタネと高エルシン酸コナネの交配により生ずるコナネの油脂脂肪酸中のエルシン酸含量

表-6 にエルシン酸の五つのレベルを生じうる遺伝子を持つコナネ種子の同花授粉により得られたコナネ種子の油脂含量と脂肪酸組成を示した。これらの組成もさきに述べたオレイン酸含量とエルシン酸含量の逆比例関係を満足する。ただし図-5に示したように、エルシン酸freeの場合には例外としてかなりのずれがある⁶⁾。

Downey および Harvey はコナネ種子のエルシン酸含量をコナネ種子の子葉の一方だけをを用いてガスクロマ

表-6 エルシン酸の五つのレベルを生じうる遺伝子型のコナネから同花授粉により得られた種子⁶⁾

遺伝子型	油脂含量 (%)	脂 肪 酸 組 成 (%)									
		16:0	16:1	18:0	18:1	18:2	18:3	20:0	20:1	22:1	22:2
++++	39.0	3.8	0.4	0.8	18.4	15.8	9.8	0.8	11.0	39.2	
-+++	45.5	3.8	0.5	1.3	24.3	15.7	9.1	1.0	13.9	30.4	
--++	38.9	4.1	0.4	1.4	34.2	16.3	7.9	0.7	14.1	20.9	
---+	39.4	4.8	0.7	0.8	41.8	18.7	7.3	1.0	12.1	12.8	
----	43.4	4.8	0.9	1.2	63.1	20.0	8.2	0.8	1.0	0

図-6 DL-5-ビニル-2-チオオキサゾリドンのための補正直線 (A) と吸収曲線 (B)

表-8 品種によるイオウ化合物含量の差
(mg/g 脱脂ミール)

		イソチオシ アン酸	チオオキサ ゾリドン
ポーランド型	Polish	5.36	1.55
	Arlo	4.88	1.33
	Gute	4.85	1.80
アルゼンチン 型	Argentine	4.91	5.60
	Swedish	4.49	5.43
	Golden	4.33	5.31
	Regina II	4.64	5.42
信頼度 90% の場合の信頼 区間		±0.39	±0.46

なう。チオグルコシドは抽出されにくく、ミール中に残り、イオウ化合物を含まない容易に水添できる油脂と、動物に無害のミールが得られる。カラシ油の抽出ではこの方法と正反対の方法が提案されている。この方法では湿分を充分与え、充分時間をかけて加温し、チオグルコシドを加水分解し、生成した揮発性イオウ化合物を水蒸気蒸留で除いてから油脂を抽出する。ナタネ油ではチオオキサゾリドンのような不揮発性のイオウ化合物が存在するためにこの方法が使えず、チオグルコシドの加水分解の防止が考案されたのである¹⁰⁾。ナタネの酵素については Wetter, 尾崎 (現三重大学教授) によりカナダ国立研究所で研究され、報文が発表されている^{15), 16)}。

5 あとがき

カナダにおけるナタネの研究は油脂化学者 B.M. Craig の脂肪酸のガスクロマト分析法の開発に端を発し、植物学者であるカナダ農務省の Downey により受け継がれてエルシン酸 free ナタネ品種の育成が完成した。本文では省略したが、サスカチュワン大学の Bell はナタネミールの動物に対する影響を詳細に研究し^{17)~21)}、水添ナタネ油、動物に無害のミールを与える抽出法へと発展した。硬化ナタネ油の栄養について Craig, Beare により調べられている^{22), 23)}。

カナダ中部の美しい町サスカトーンでは、現在も化学者、生物学者の見事なチームワークでナタネの研究が進んでおり、今後の新しい成果が期待される。

本文についていろいろ御教示いただいた名古屋大学外山修之名誉教授にお礼申し上げる。(昭和39年10月8日受理)

文 献

- 1) Production of Rape in Western Canada, May(1961), カナダ農務省
- 2) Oil and Oilmeal from Canadian Rapeseed, April (1963), カナダ農務省
- 3) New Scientist, April 23, (1964)
- 4) R.K. Downey, *Canadian Food Ind.*, June 1 (1963)
- 5) H.R. Sallans, *J. Am. Oil Chemists' Soc.*, **41**, 215 (1964)
- 6) R.K. Downey, B.M. Craig, *J. Am. Oil Chemists' Soc.*, **41**, 475 (1964)
- 7) B.M. Craig, *Can. J. Plant Science*, **41**, 204 (1961)
- 8) B.L. Harvey, R.K. Downey, *Canadian J. Plant Science*, **44**, 104 (1964)
- 9) R.K. Downey, B.L. Harvey, *Can. J. Plant Science*, **43**, 271 (1963)
- 10) J.R. Reynolds, C.G. Youngs, *J. Am. Oil Chemists' Soc.*, **41**, 63 (1964)
- 11) M.G. Ettlinger, J.E. Hodgkins, *J. Am. Chem. Soc.*, **77**, 1831 (1955)
- 12) E.B. Astwood, M.A. Greer, M.G. Ettlinger, *J. Biol. Chem.*, **181**, 121 (1949)
- 13) L.R. Wetter, *Can. J. Biochem. Physiol.*, **35**, 293 (1957)
- 14) L.R. Wetter, B.M. Craig, *Can. J. Plant Science*, **39**, 395 (1959)
- 15) K. Ozaki, L.R. Wetter, *Can. J. Biochem. Physiol.*, **39**, 843 (1961)
- 16) K. Ozaki, L.R. Wetter, *Can. J. Biochem. Physiol.*, **38**, 125 (1960)
- 17) J.M. Bell, *Can. J. Agr. Science*, **35**, 242 (1955)
- 18) J.M. Bell, K. Williams, *Can. J. Agr. Science*, **33**, 201 (1953)
- 19) J.M. Bell, E. Baker, *Can. J. Animal Science*, **37**, June, 21 (1957)
- 20) J.M. Bell, *Can. J. Animal Science*, **37**, 31 (1957)
- 21) J.M. Bell, *Can. J. Animal Science*, **37**, 43 (1957)
- 22) J.L. Beare, B.M. Craig, J.A. Campbell, *J. Am. Oil Chemists' Soc.*, **38**, 310 (1961)
- 23) B.M. Craig, C.G. Youngs, J.L. Beare, J.A. Campbell, *Can. J. Biochem. Physiol.*, **41**, 51 (1963)