

【原著】

マテ茶に含まれるポリフェノール、カテキン、およびカフェインの含量分析に関する研究

西口慶一¹、百瀬弥寿徳²、陳 福士³¹ 東邦大学薬学部薬学総合教育センター・薬学総合実験部門² 東邦大学薬学部医療薬学教育センター・薬物治療学研究室³ 国立東華大学・体育運動科学学系

(受付：平成 22 年 11 月 1 日)

(受理：平成 22 年 11 月 10 日)

要 旨

南米諸国の人々は、肉食中心の食生活にもかかわらず生活習慣病の発生率は高くない。その理由としてマテ茶の常用が推測されてきた。しかし、このマテ茶の生理学的あるいは薬理学的作用に関しては不明な点が多い。今回、我々はマテ茶の薬理作用を検討する一環として、マテ茶のポリフェノール、カテキン 4 種、カフェイン含量をそれぞれ分析した。マテ茶は緑茶よりポリフェノール含量が 1.3 倍～1.5 倍高かった。そのポリフェノール成分のエピカテキングレート (EGC)、エピカテキン (EC)、エピガロカテキングレート (EGCg)、エピカテキングレート (ECg) のそれぞれのカテキン含量は、0.139～0.152、2.97～3.39×10⁻³、1.90～2.04×10⁻²、6.24～7.89×10⁻²% と低かった。マテ茶のカフェイン含量は 1.70～2.04% であり、マテ茶は緑茶の 56～67% であった。即ち、マテ茶は、ポリフェノール濃度が高く、ガンや動脈硬化などを防ぐ効果が顕著であり、カフェイン含量が低いために中枢神経興奮あるいは強心作用の少ないお茶であることが示唆された。

キーワード：マテ茶、カテキン、カフェイン、ポリフェノール

諸 言

食物の色、味、におい、舌ざわりなどは食品の嗜好特性といわれ、それらの感覚に関係ある成分を嗜好成分という。嗜好成分が食品の二次機能である感覚刺激機能を司る成分であることは明らかであるが、最近の食品機能に関する研究から、多くの嗜好成分が第三の機能、すなわち生体調節機能を併せもつことが明らかになってきた¹⁾。ポリフェノールとは分子内に複数のフェノール性ヒドロキシル基をもつ植物成分の総称であり、ヒトの体内で起こる酸化障害を未然に防ぐ働きがある抗酸化性物質である。このポリフェノールの成分にカテキンが多いものとしては、緑茶、紅茶、烏龍茶などがあり、クロロゲン酸が多いものは、マテ茶、コーヒー、苦丁茶などがある。カテキン類は抗酸化作用、殺菌・抗菌作用、動脈硬化予防などが緑茶の効用

として明らかにされている²⁾。茶葉の渋味成分として知られているカテキン類には多岐にわたる機能性がある。脂質に対する抗酸化活性やラジカル消去活性はエピガロカテキングレート (EGCg) > エピガロカテキン (EGC) > エピカテキングレート (ECg) > エピカテキン (EC) の順で、EGCg の活性が最も高い。また、発がん抑制作用もカテキン類のなかで EGCg が最も有効である³⁾。また、カフェインには覚醒作用、利尿作用があることが知られている⁴⁾。南米諸国では、牛肉の消費量が欧米に比べても多い地域である。その量は 1 人当たり年間に 60～100 kg といわれていて、日本人の約 3～4 倍の消費量である。これらの国の主食はパン、イモ類、とうもろこしなどで野菜類の摂取は少ない。高タンパク質、高脂肪の食事を取り続けている南米諸国の人々は、生活習慣病の発生率が高いわ

けではない。その理由がマテ茶を常用していることが和田の報告^{5,6)}で明らかになってきた。

マテ茶とはモチノキ科のマテ (*Ilex paraguariensis*) の葉や小枝から製造される。生産国はブラジル、パラグアイ、アルゼンチンの 3 ヶ国で、パラナ川流域のイグアスの滝を中心としたこれらの国が主な生産国である。マテ茶にはグリーンマテとローストマテの 2 種類がある。グリーンマテの製造方法は、切り落としたマテの若葉付きの小枝を棚あるいはドラムを用い直火で加熱する。これにより葉に含まれる酵素を失活されるとともにクロロフィルの退色を防止する。その後熱風乾燥させ、白などを用い粉碎し、袋詰めして 1 年ほど香気ならびに味の熟成を行う。ローストマテは、このグリーンマテをさらに焙煎したものである。マテ茶は、グリーンマテとローストマテではビタミン以外の成分では違いがないことが報告されている。その成分の特徴は、カルシウムと鉄の含有が高く、カルシウムは 0.792%、鉄は 0.059% であり、それぞれ緑茶の約 2.6 倍、約 5.4 倍である⁶⁾。しかし、ポリフェノール、カフェインの成分の分析については十分な報告はない。今回、グリーンマテ茶のポリフェノール、カテキン 4 種、カフェインの含量をそれぞれ分析した。

材料および方法

グリーンマテ茶は、2 つの会社の製品を用いた。1 つは、マテ茶 A (ルイス・デ・モントージャ農業協同組合、アルゼンチン共和国) と、もう 1 つは、マテ茶 B (KALDI Coffee Farm おゆみ野店、千葉県) を使用した。また、対照としてポリフェノール成分やカテキン、カフェインがよく分析されている緑茶 2 種類を分析に用いた。煎茶 (稀天、センキヤ(株)、千葉県) と、番茶 (清風、センキヤ(株)、千葉県) を用いた。

ポリフェノール含量の測定は、それぞれの茶葉をミキサーで 20 秒間粉碎し、80℃、15 分間精製水で抽出した成分を、フォリンーデニス法⁷⁾で波長 700 nm で測定した。検量線の作製には Polyphenols (和光純薬工業 (株)、大阪) を用いた。

カフェインとカテキンの含量の測定は、後藤

らの方法を改良して用いた^{7,8)}。測定で使用した高速液体クロマトグラフィー (HPLC) は、移動相 A (A 液): 精製水 / アセトニトリル / 85% リン酸 (1900: 90: 1, v/v/v) と移動相 B (B 液): 精製水 / アセトニトリル / 85% リン酸 (1000: 1000: 1, v/v/v) を流速 1.0 ml / 分、カラム温度 20℃ で送液した。LC-6200 Intelligent Pump (日立 (株)、東京)、SPD-10A UV-VIS Detector (島津製作所 (株)、京都)、C-R6A Chromatopac (島津製作所 (株)、京都)、Inertsil ODS-4 (5 μm) 4.6 × 150 mm (ジーエルサイエンス (株)、東京) を組み合わせて使用した。波長は 231 nm でサンプルループは 20 μl を用いた。

結果および考察

マテ茶と緑茶のポリフェノール含量をフォリンーデニス法で測定した結果、マテ茶 A、マテ茶 B の含量は、それぞれ 17.4 および 19.9% であり、マテ茶は緑茶よりポリフェノール含量が 1.3 倍 ~ 1.5 倍高いことが分かった (表 1)。そのポリフェノール成分のカテキン 4 種とカフェインの濃度を分析するために、HPLC の移動相混合比の条件を検討した。図 1 - ① (0 分から 5 分: A 液 90%、B 液 10% の状態を保った。5 分から 8 分: 8 分の時点で B 液の割合が 30% になるように直線的に増加させた。8 分から 10 分: A 液 70%、B 液 30% の状態を保った。10 分から 15 分: 15 分の時点で B の割合が 80% になるように直線的に増加させた。15 分から 20 分: A 液 20%、B 液 80% の状態を保った。) の条件でマテ茶を分析したところ、14 成分のピークが検出できた。しかし、ピーク 11 と 12、14 と 15 が分離できなかったため 14 ~ 18 分のグラジェントの勾配を小さくし、図 1 - ② (0 分から 3 分:

表 1 マテ茶と緑茶に含まれるポリフェノール含量

種類	含量 (%)
マテ茶 A	17.4
マテ茶 B	19.9
緑茶 (煎茶)	13.5
緑茶 (番茶)	13.1

3 分の時点で B の割合が 10% から 30% になるように直線的に増加させた。3 分から 23 分: 23 分の時点で B 液の割合が 80% になるように直線的に増加させた。) の条件にしたところ、ピーク 11 ~ 15 が 5 成分に分離できたが、ピーク 7 ~ 9 が検出されなかった。よって、7 ~ 10 分のグラジエントの勾配を小さくした条件の図 1 - ③ (0 分から 1 分: A 液 90 %, B 液 10% の状態を保った。1 分から 4 分: 4 分の時点で B 液の割合が 30% になるように直線的に増加させた。4 分から 6 分: A 液 70 %, B 液 30% の状態を保った。6 分から 26 分: 26 分の時点で B の割合が 80% になるように直線的に増加させた。) にしたところ、ピーク 7 ~ 9 が検出できた。しかし、ピーク 5, 6 が分離できなかった。よって条件をさらに検討し、図 1 - ④ (0 分から 5 分: A 液 90 %, B 液 10% の状態を保った。5 分から 8 分: 8 分の時点で B 液の割合が 30% になるように直線的に増加させた。8 分から 10 分: A 液 70 %, B 液 30% の状態を保った。10 分から 24 分: 24 分の時点で B の割合が 65% になるように直線的に増加させた。24 分から 25 分: 25 分の時点で B 液の割合が 80% になるように直線的に増加させた。25 分から 26 分: A 液 20 %, B 液 80% の状態を保った。) にしたところ、ポリフェノール 15 成分とカフェインを分析できることが分かった(図 1)。この方法を用い、緑茶に含まれるポリフェノール成分の一部 (4 成分のカテキン含量) とカフェイン含量を測定したところ、既知のデータ⁷⁾と一致した(表 2)。また、この方法を用いマテ茶の 4 成分のカテキンとカフェインを分析したと

ころ、1) マテ茶の 4 種のカテキン含量を分析したところ EGC、EC、EGCg、ECg は、それぞれ 0.139 ~ 0.152、2.97 ~ 3.39 × 10⁻³、1.90 ~ 2.04 × 10⁻²、6.24 ~ 7.89 × 10⁻² % であり緑茶のそれぞれの成分に対して、6.12 ~ 6.70、0.0106 ~ 0.0122、1.08 ~ 1.16、18.9 ~ 23.8% であり非常に少ないことが分かった。2) マテ茶のカフェイン含量は 1.70 ~ 2.04% であり、マテ茶は緑茶の 56 ~ 67% であることが分かった。また、今回の分析ではマテ茶には、緑茶に含まれるカテキン成分以外に新たに 11 の成分がある(図 2)。カテキンは、pH と温度等の処理でその構造が変化することが知られている⁹⁾。この 11 成分(ピーク 1, 2, 3, 6, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16) がカテキン (EGC, EC, EGCG, ECG) の構造変化した可能性を調べるためにマテ茶の注出成分を 90% メタノールと 0.1 M 塩酸でそれぞれ希釈処理した後、HPLC で分析したが溶出時間に変化はなかった(図 3)。よって、マテ茶のこれら 11 成分はカテキンが変化したものでないことが分かった。これら 11 成分は、chlorogenic acid, Gallic acid, Caffeic acid などであることが考えられる¹⁰⁾。今後はこの標準品を用いて、分析を行い、マテ茶に含まれるポリフェノール 11 成分の同定と濃度測定を行いたい。

今回の実験により、マテ茶は、ポリフェノール含量が 17.4 ~ 19.9% と多いことが分かった。これはヒトの体内でおこる酸化障害を未然に防ぐ働きが高いことを示している。動物実験によりマテ茶は糖尿病に伴う生体内酸化障害の軽減効果⁶⁾ や、虚血 - 再灌流障害に対して心筋を保護し、酸化的障害の緩和¹¹⁾ が報告されている。

表 2 マテ茶と緑茶に含まれるカフェインと各種カテキンの含量

	含量 (%)				
	カフェイン	カテキン			
		EGC	EC	EGCg	ECg
マテ茶 A	1.70	0.139	3.39 × 10 ⁻³	2.04 × 10 ⁻²	6.24 × 10 ⁻²
マテ茶 B	2.04	0.152	2.97 × 10 ⁻³	1.90 × 10 ⁻²	7.89 × 10 ⁻²
緑茶 (煎茶)	2.98	2.22	0.274	1.52	0.259
緑茶 (番茶)	3.11	2.31	0.283	1.99	0.402

EGC; Epigallocatechin, EC; Epicatechin, EGCg; Epigallocatechin gallate, ECg; Epicatechin gallate

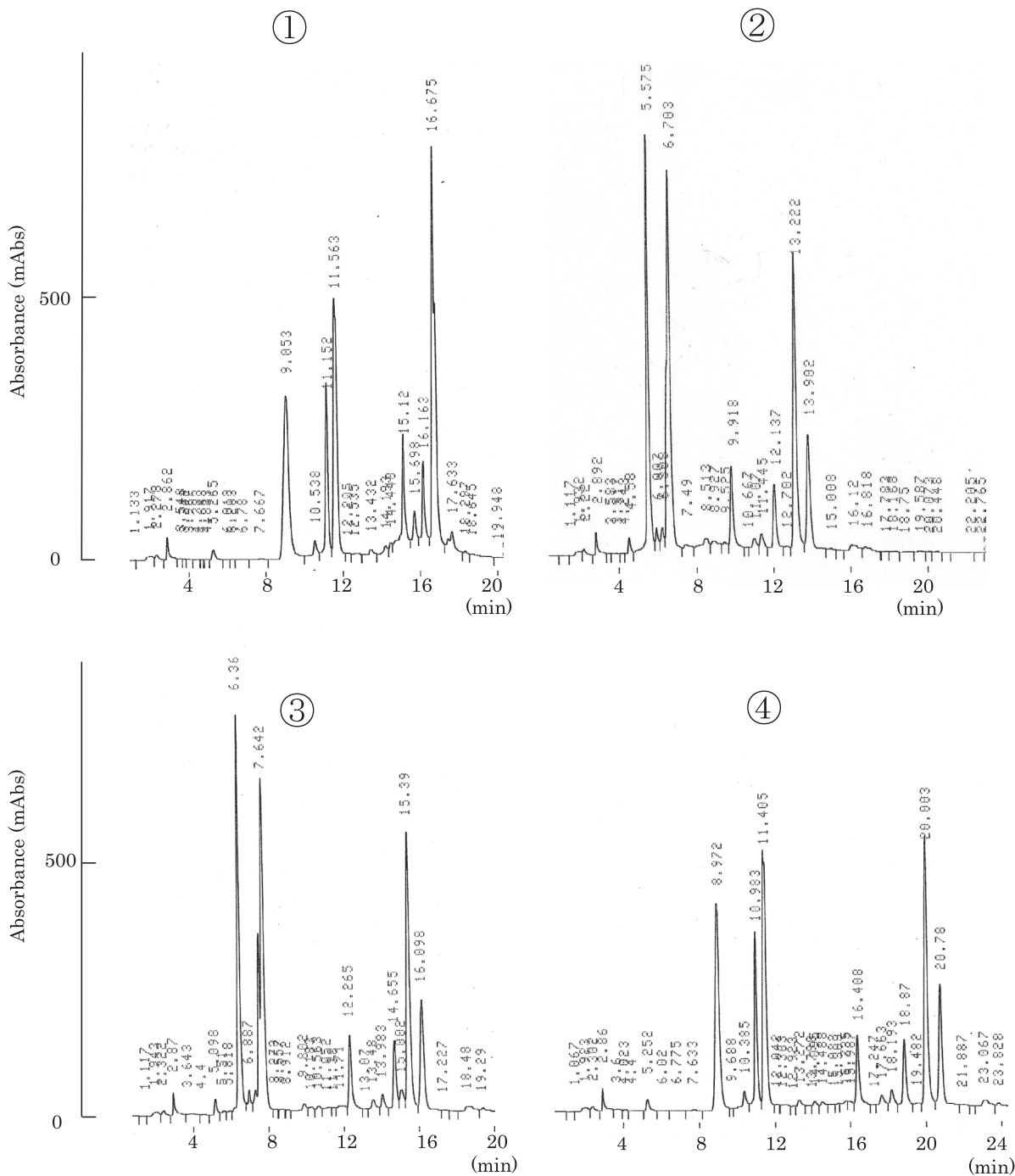


図 1 HPLCの移動相の混合比の条件検討

- ① 0分から5分：A液90%、B液10%の状態を保った。5分から8分：8分の時点でB液の割合が30%になるように直線的に増加させた。8分から10分：A液70%、B液30%の状態を保った。10分から15分：15分の時点でBの割合が80%になるように直線的に増加させた。15分から20分：A液20%、B液80%の状態を保った。
- ② 0分から3分：3分の時点でBの割合が10%から30%になるように直線的に増加させた。3分から23分：23分の時点でB液の割合が80%になるように直線的に増加させた。
- ③ 0分から1分：A液90%、B液10%の状態を保った。1分から4分：4分の時点でB液の割合が30%になるように直線的に増加させた。4分から6分：A液70%、B液30%の状態を保った。6分から26分：26分の時点でBの割合が80%になるように直線的に増加させた。
- ④ 0分から5分：A液90%、B液10%の状態を保った。5分から8分：8分の時点でB液の割合が30%になるように直線的に増加させた。8分から10分：A液70%、B液30%の状態を保った。10分から24分：24分の時点でBの割合が65%になるように直線的に増加させた。24分から25分：25分の時点でB液の割合が80%になるように直線的に増加させた。25分から26分：A液20%、B液80%の状態を保った。

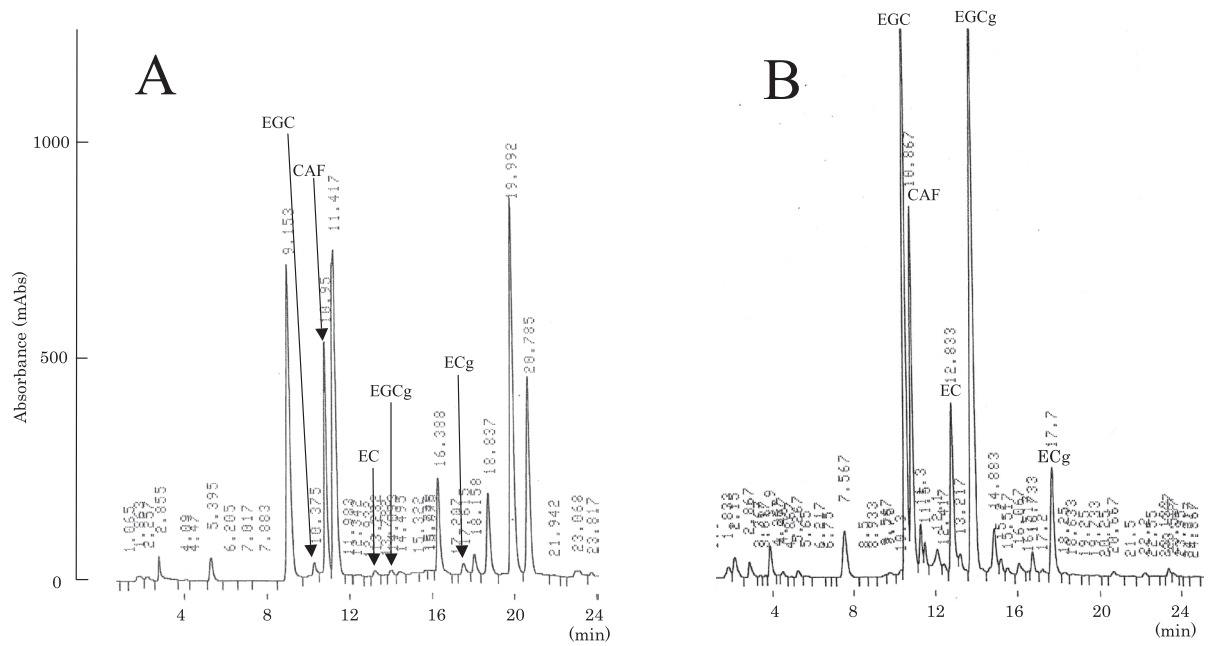


図 2 カフェインとカテキン 4 種 (EGC, EC, EGCg, ECg) の分析
A ; マテ茶、 B ; 緑茶

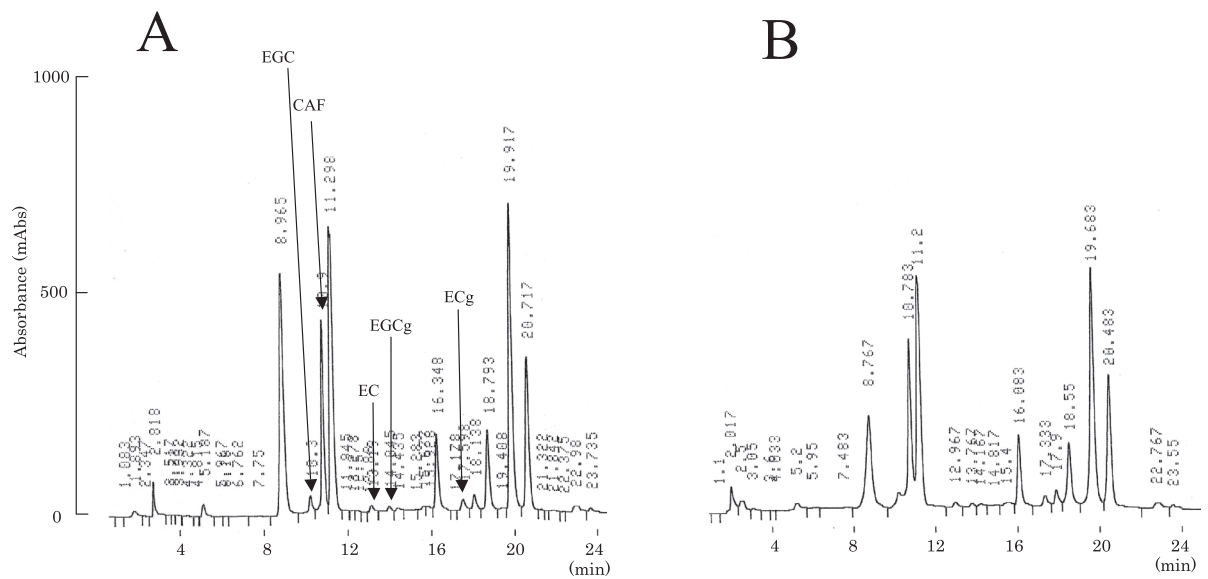


図 3 マテ茶を塩酸とメタノールで処理した影響
A ; 0.1M 塩酸処理、 B ; メタノール処理

酸化障害にはその他にガンや動脈硬化などが知られている。動物実験によりさらに詳細に調べる必要があるが、マテ茶には、このような疾患に対して有効に働く可能性を示唆している。マテ茶は、カフェインの含量が少ないことが分かった。カフェインには強心作用、覚醒作用、および利尿作用があることが報告され、マテ茶は刺激の少ないお茶であると言える。また、マ

テ茶は、ポリフェノール成分のカテキンが少ないことが明らかとなった。南米諸国でのマテ茶の飲み方は、マテ壺に茶葉を容器の 3 分の 2 まで入れ、75~85℃のお湯を注ぎ、多くの人々で回し飲みをする。つまりマテ茶を飲む時に多量の茶葉を入れ、しかも長時間つけておくことを考えると、多くのカテキンを摂取していることになり、マテ茶が“のむサラダ”になってい

ると考えることができる。

謝 辞

HPLC の御指導をしていただきました東邦大学薬学部薬品分析学教室の福島健教授に感謝いたします。

文 献

- 1) 佐野満昭、富田 勲：茶の抗酸化性．フードケミカル **9**: 24-31 1993
- 2) Rice-Evans CA, Miller NJ, et al.: Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. *Free Radic Biol Med.* **20(7)**: 933-56 1996
- 3) Yoshizawa S, Horiuchi T, et al.: Antitumor promoting activity of (-)-Epigallocatechin gallate, the main constituent of tannin in green tea. *Phytother Res.* **1**: 44-47 1987
- 4) 村松敬一郎、小國伊太郎、他：茶の機能生体機能の新たな可能性．学会出版センター 東京 pp340-363 2002
- 5) 和田政裕：機能性と栄養に優れた南米のマテ茶．ハート出版 東京 pp1-47 2004
- 6) 和田政裕：マテ茶の機能研究の現状と展望．フードケミカル **9**: 63-67 1995
- 7) Goto T, Yoshida Y, et al.: Simultaneous analysis of individual catechins and caffeine in green tea. *J. Chromatogr., A*, **749**: 295-299 1996
- 8) Goto T, Yoshida Y, et al.: Chemical composition of commercially available Japanese green tea. *Foods Food Ingredients J. Jpn.* **170**: 46-51 1996
- 9) Yuko Yoshida, Masaaki Kiso, et al.: Efficiency of the extraction of catechins from green tea. *Food chemistry* **67**: 429-433 1999
- 10) Nivia MS, Luisa HRH, et al.: Relation among taste-related compounds (phenolics and caffeine) and sensory profile of erva-mate (*Ilex paraguariensis*). *Food Chemistry* **102**: 560-564 2007
- 11) Guillermo S, Juliana CF, et al. Antioxidant and cardioprotective effects of *Ilex brasiliensis*: A comparative study with *Ilex paraguariensis* (yerba mate). *Food Research International* **42**: 1403-1409 2009

連絡先：西口慶一
東邦大学薬学部薬学総合教育センター・薬学総合実験部門
千葉県船橋市三山 2-2-1 (〒 274-8510)
E-mail : guchi@phar.toho-u.ac.jp

The analysis on the contents of polyphenolic compounds, catechins, and caffeine in Mate (*Ilex paraguariensis*)

Yoshikazu NISHIGUCHI¹, Yasunori MOMOSE², Fu-Shih CHEN³

¹Center for General Center for General Pharmacy Education, Department of Pharmaceutical Practice, School of Pharmaceutical Sciences, Toho University.

²Department of Clinical Pharmacy, School of Pharmaceutical Sciences, Toho University.

³Department of Physical Education and Kinesiology, National Dong Hwa University.

Summary

Not many people in South America have life-style related diseases though they eat a lot of meat. It has been speculated that it has something to do with their strong habit of drinking Mate. However, not much has been revealed physiologically and pharmacologically. In this study, we examined the amount of polyphenolic compounds, catechins and caffeine in Mate as a mean of studying pharmacological effects of Mate. Mate has 1.3-1.5 times as much polyphenolic compounds as green tea. The content of each catechins; epigallocatechin (EGC), epicatechin (EC), epigallocatechin gallate (EGCg) and epicatechin gallate (ECg) are 0.139-0.152%, $2.97-3.39 \times 10^{-3}\%$, $1.90-2.04 \times 10^{-2}\%$ and $6.24-7.89 \times 10^{-2}\%$ respectively. These numbers are lower than in green tea. The level of caffeine in Mate is 1.70-2.04%, which is 56-67% of green tea. Therefore, we have assumed that Mate has the remarkable effect of preventing cancer and arteriosclerosis because of its high polyphenolic level. The low caffeine in Mate may reduce your chances of causing stress on the central nervous system and developing cardiac diseases.

(Med Biol **155**: 35-41 2011)

Key words: Mate, catechin, caffeine, polyphenolic compound

Corresponding address: Yoshikazu NISHIGUCHI

Center for General Pharmacy Education, Department of Pharmaceutical Practice, School of Pharmaceutical Sciences, Toho University, Miyama 2-2-1, Funabashi, Chiba 274-8510, Japan

E-mail: guchi@phar.toho-u.ac.jp

