

M. S. Tswett 創案による クロマトグラフィーが 誕生して 100 年

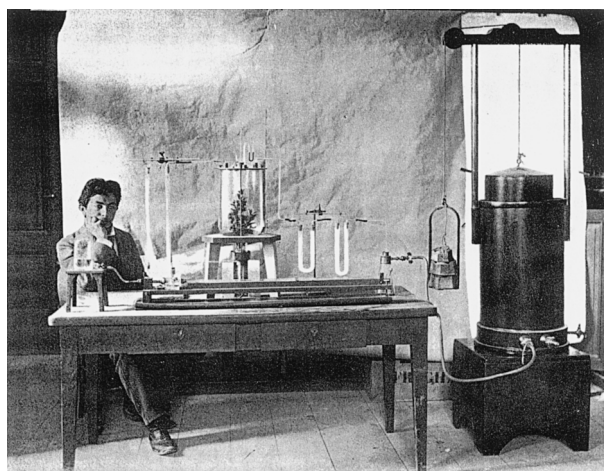


松 下 至

1903 年の 5 月に M. S. Tswett がワルシャワの自然科学学会のバイオ部会で、クロマトグラフィーに関する技術を発表してから、本年は丁度 100 年目にあたる。クロマトグラフィーは 20 世紀に開発された最も有用な化学分析法の一つである。

クロマトグラフィーは分析化学において重要な学問分野であるとともに、多くの科学研究にとって必要不可欠の判定技法となっている。特に生物学、医学、薬学、生物化学、環境科学などの基礎研究分野や各種産業分野でその技術が有用に活用されてきた。機器としての発展においては、紫外吸収、屈折率、蛍光検出とのドッキングにより、様々な分子が測定できるようになっている。近年に至っては、超精密検出法との組み合わせ、新規のクロマトグラフィーの開発等も相まって、世界津々浦々の研究所に至るまで行き渡り有用に活用されている。

クロマトグラフィーによる正確な定性定量分析法の確立は、20 世紀の分析化学の重要な足跡として記録されるべきである



Tswett 自身の写真は他にも多く存在している。その当時としては写真マニアだったように思われる。本写真もポーズをとっているところがうかがえる。(植物園図書館長 P. ベレット氏より提供)

ジュネーブ大学時代の植物園の研究室内

To the 100th Anniversary of Chromatography.



研究の場としては、この図書館の周りの植物園でもあった。スイス・ジュネーブ植物園にて 2000 年春筆者撮影。

Tswett が主に研究の場として利用していた植物園の図書館

う。
歴史を紐解けば、Tswett は吸着クロマトグラフィーを考え出し、その技法によって植物の葉の抽出物が二つのクロロフィルと四つのキサントフィルとカロチンを含むことを見だし、この画期的な方法の有用性を論文で示したとある¹⁾。しかしその当時の権威ある学者達を中心に、この成果は懐疑的な目で見られ、科学界への広がりにはなかった。Tswett と親しい間柄の研究者でさえ、好意的な反応ではなかった。その上に強力な反対者がいた。その当時の化学者として大いに認められていた R. Wilsletter を中心とする学者達であった。しかし少数ではあったが、Tswett 創案のクロマトグラフィーを認め、研究に活用した学者もいた。遠くはなれたオランダのフローニンゲン大学の C. V. Wissenlingh は 1918 年のノーベル化学賞に Tswett を推薦していた。驚くべき卓見の持ち主であったに違いない。

クロマトグラフィーを蘇らせたのは、Tswett の死去から 15 年後の R. J. Kuhn らを中心としたハイデルベルク大学の研究者達であった。天然物化学者であった R. J. Kuhn, A. Wintersteiner, E. Leder らは、研究のために Tswett の吸着クロマトグラフィーを改良して、カロチノイドをみごとに分離精製した。これがクロマトグラフィーのその後の発展の契機となり、吸着クロマトグラフィーは植物色素やビタミンなどの天然物の研究に応用されるようになった。

Kuhn らの研究がクロマトグラフィーの価値を再認識させ、クロマトグラフィー時代を築いたといわれているが、もう一つクロマトグラフィーの価値を復活させた名著がある。それは、フランスの学者 C. Dhery による“MICHEL TSWETT”²⁾であった。1943 年 5 月“CANDOLLEA”に出版された内容は、Tswett の生涯と研究、吸着クロマトグラフィーに関するものであった。この書は世界的に関心を持たれ、我が国にクロマトグラフィーなるものが紹介されたのも本書によってであった(紹介したのは、東京大学植物学教室の下郡山正巳で、1948 年の“化学領域”という雑誌であった)。その後、クロマトグラフィーへの関心は高まり、新規の原理によるクロマトグラフィーの開発、発展がなされ、今日の重要な分析技法へとつな



現在は老朽化して使用されていないが、記念に Tswett メモリープレートとともに保存してある。ワルシャワ大学にて 2001 年秋筆者撮影。

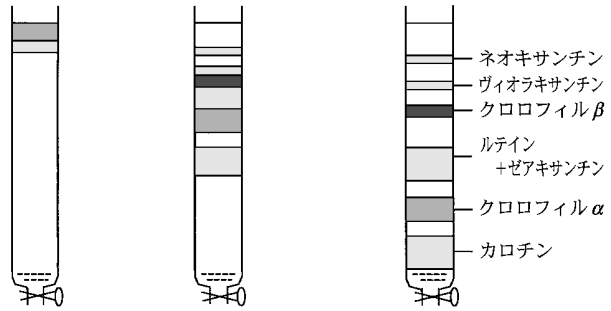
ポーランドのワルシャワ大学内の緑庭にある Tswett 学舎

がっている。かつまた、分取クロマトグラフィーは Tswett が創案した当時は、「極微量でしか役立たず、分取の目的には不向きである」と確信を持って否定されていたが、その否定から 40 年後、1950 年代にイオン交換クロマトグラフィーは希土類元素分取³⁾に大いに活躍した。いわゆるマンハッタン計画（原子爆弾製造プロジェクト）の成功の一翼を担うのである。

Tswett の吸着クロマトグラフィー創案後、新規に開発されたものを挙げると、次のようになる：分配クロマトグラフィー（ペーパークロマトグラフィー、ガスクロマトグラフィーへと開発が進んだ）、イオン交換クロマトグラフィー（希土類元素の分離、アミノ酸の分離等）、ゲル濾過クロマトグラフィー（分子サイズによる分離に活用）、アフィニティークロマトグラフィー（生体成分の特異的親和性を活用）。また、超臨界流体やキャピラリー電気泳動を駆使したクロマトグラフィーが、近年開発され、注目されている。

自動機器化も、早い時期に我が国で開発⁴⁾された。現在はコンピュータ化が進み、超精密分離にも力を発揮している。特に GC/MS, LC/MS の技術開発は注目に値する。Tswett の創案がなくては、この 100 年間の分析技法の歩みはのろかったに違いない。彼の創案は、彼の論文“Chromophylls in the Plant and Animal World”に記しているデカルトの言葉「Tout progress scientific est un progres de methode—全ての科学の進歩は方法（技術）の進歩である」を基にしているように思える。

最後にクロマトグラフィーの誕生 100 年を記念して、世界的なクロマトグラフィーであった L. Zeickmeister の 1943 年の言を記しておく。“混合物なのか！ 純粋な単一のものなのか！ を決める方法は Tswett のクロマトグラフィーによ



図に示すように、内径 5~10 mm、長さ約 15 cm のガラス管の一端を細くし、ビニール管をはめてピンチコックで閉める。下端にガラスウールか脱脂綿を詰めてその上に市販のシリカゲルかアルミナを石油エーテルに分散させて流し込み、ピンチコックを開けて石油エーテルを流下させるとシリカゲルはガラス管の底からだんだん積もって行く。ガラスウールを詰めた底から約 10 cm のところまでシリカゲルが詰まったところで止め、その上は石油エーテルがかすかに上端を浸している程度に満たしてピンチコックを閉める。

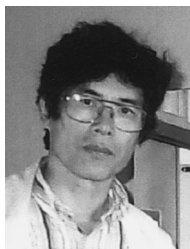
一方、手近にある植物の葉を数枚切りきざみ、細かい清浄な砂を少量混ぜて乳鉢ですりつぶし、石油エーテルを加えると石油エーテル層には植物の葉の中の色素が抽出される。この抽出液 0.5~1 ml をビベットで、先に作ったガラス管中のシリカゲルの上に添加する。ピンチコックを開けて徐々に上端の色素抽出液をシリカの上層部に浸み込ませる。浸み込んだところでさらに石油エーテルを加え、コックを開けて滴下させながら石油エーテルを加えつづけると、色素がシリカの中を流下するにつれて、横から帯状に薄い褐色、黄色、緑色をした帯が現れる。こうして石油エーテルを加えつづけると、最下端の帯が出口のガラスウールに近づいた頃には、ガラス管中のシリカには図に示すようにそれぞれの帯状の色素が十分に分離した状態が現れる。このような方法で Tswett はクロロフィルに α と β と名づける 2 種類の色素が存在することを示し、その抽出物の吸収スペクトルの特性を記述している。

Tswett の当初のクロマトグラフィー⁵⁾

る方法しかないのだ”

文 献

- 1) M. S. Tswett : Tr. Protok. Varshav. Obshch. Estestvoispyt, Otd. Biol 14 (1903).
- 2) C. Dhery : *Candollea*, **10**, 23 (1943).
- 3) F. H. Spedding : *Disc Farady Soc.*, No. 7 2141 (1949).
- 4) 江頭 暁 : 分析化学, **10**, 693 (1961).
- 5) M. S. Tswett : *Biochem. deutsch.*, **53**, 191 (1907).



松下 至 (Itaru MATSUSHITA)

岡山学院大学 (〒710-8511 倉敷市有城 787)。愛媛大学大学院物質工学修了。博士。◀現在の研究のテーマ▶クロマトグラフィーを駆使しての食品素材開発。◀主な著書▶“液体クロマトグラフィー 100 のテクニック” (技報堂出版)。◀趣味▶瀬戸内海小島の旅。

E-mail : imatsush@owc.ac.jp