

# フラーレン生成における緩衝ガスの役割

東京大学工学部機械工学科

丸山茂夫, ○高木敏男, 山口康隆, 金原秀明

抵抗加熱法[1]やアーク放電法[2]などのフラーレン生成法によって少量の $C_{60}$ や $C_{70}$ を入手することは困難でなくなった。ところが、フラーレンの量的生成方法は、いわば偶然に発見されたものであり、フラーレンの生成過程に関しては依然として未知の部分が多い。このため、 $C_{60}$ 、 $C_{70}$ をさらに大量に効率よく生成する方法や、高次フラーレンや金属内包フラーレンについての実用的な量的生成方法を試みようとしても、その指針を得ることさえ困難なのが現状である。そこで、著者らはアーク放電法によるフラーレン生成装置を試作し、緩衝ガスの種類・圧力・流れ、放電電流・電圧、電極間の距離、炭素棒の種類と寸法などのパラメータがフラーレン生成率とどのように関係しているのかを定量的に検討してきている[3]。

試作した生成装置では緩衝ガスのヘリウム圧力がおよそ550Torrでフラーレンの収率が最大となり、従来50-200Torrとされている条件と大幅に異なる[3]。実際の生成装置における生成過程には数多くの実験パラメータが関連すると考えられ、種々の装置を単純に比較することは困難であろうが、放電加熱部近傍の状態は炭素棒の種類と放電電流・電圧、ガスの圧力程度のパラメータで第一義的に定まると考えられる。ところが、本装置のように相当異なる圧力特性を示すこともある。本報では、特に緩衝ガスの役割について詳細に検討することを試みた。

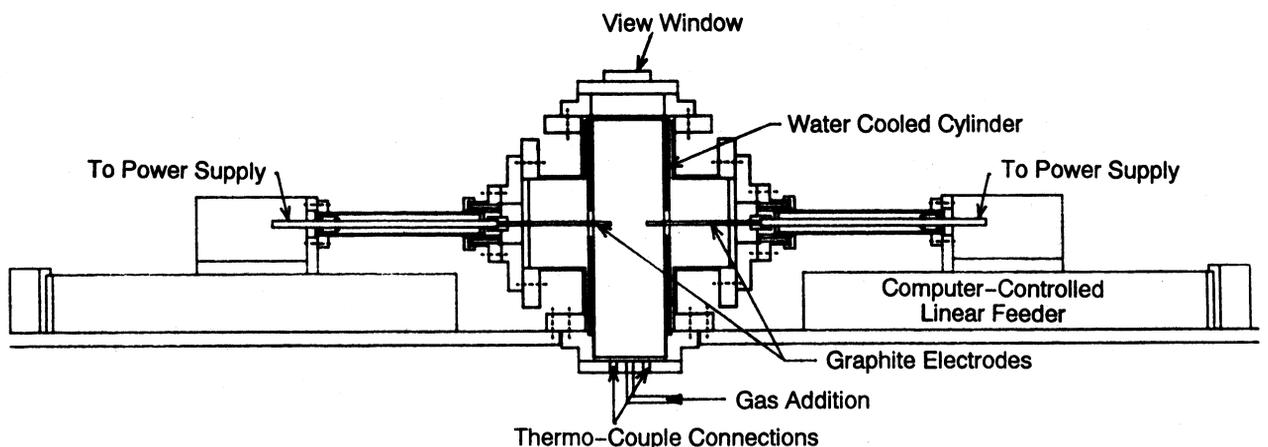


図1 アーク放電法フラーレン生成装置の概要

実験装置は前報[3]と同様であり、その概要を図1に示す。放電部分は水冷二重円筒で囲まれ、強力な冷却を可能としている。アーク放電の後にチャンバー内に付着したフラーレン入りのススを冷却用の円筒容器の上蓋(Top)、上部(Upper)・中央部(Med+,Med-) (陽極、陰極付近)・下部(Lower)とをそれぞれ別々に回収し、各部分でのフラーレン生成率を検出した。チャンバー全体としての収率を求める場合には、ソックスレーを用いてトルエンで抽出を行い、最終的に $0.2\mu\text{m}$ のフィルターを通してススを分離した。一方、チャンバー

各部での収率はそれぞれのサンプルを十分な量のトルエンで抽出して高速液体クロマトグラフィー (Waters 610) にて解析した。

図2には、シリカベースC<sub>18</sub>の逆相カラムを用いて、移動相にはトルエン/メタノール溶液を用いたHPLCのクロマトグラムを示す。これは、本装置で最も収率がよくなる条件であるアーク放電中のヘリウム圧力550 Torrとした場合である。

HPLCによって求めたチャンバー内各部分での収率 (抽出物/回収量) の分布を図3に示す。チャンバーの上部ほど収率が高くチャンバーの中央部で収率が低くなる様子がわかる。図3では陽極付近と陰極付近との収率はほぼ同じであるが同様の検討により、陰極付近での収率が極端に低い場合が多かった。また、図3に示した傾向はヘリウムの流れがある場合にも変わらなかった。

このようにチャンバー内に収率の分布があることやヘリウムの流れの有無によってフラーレンの収率が極端に変化することなどと合わせて考えると、緩衝ガスの役割をその圧力のみで捉えることは困難であると考えられる。フラーレンの生成過程が、相当に長時間におよぶものであり、アーク放電部の近傍を離れてからの周囲条件もこれに強く関与するのではないかと考え、長時間のシミュレーションを可能とした分子動力学法を利用してこの可能性を検討している。

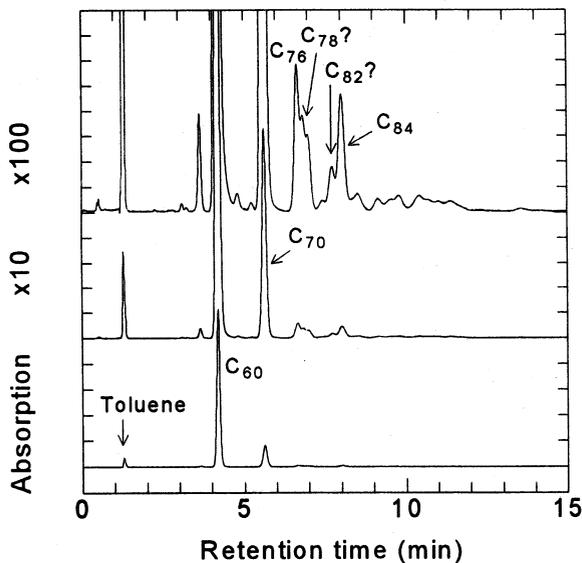


図2 代表的なクロマトグラム

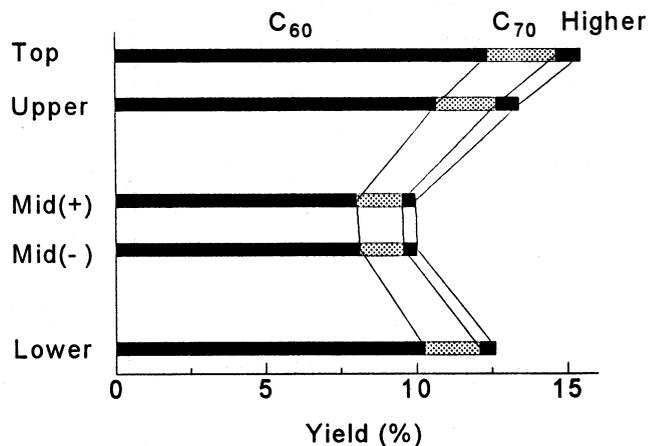


図3 生成チャンバー内のフラーレン収率分布

### 参考文献

- [1] W. Krätschmer, L. D. Lamb, K. Fostiropoulos, and D. R. Huffman: *Nature* **347**, 354 (1990).
- [2] R. E. Haufler, Y. Chai, L. P. F. Chibante, J. Conceicao, C. Jin, L.-S. Wang, S. Maruyama, and R. E. Smalley: *Mat. Res. Soc. Symp. Proc.* **206**, 627 (1991).
- [3] 丸山・高木, 第5回C<sub>60</sub>総合シンポジウム講演要旨集, 98 (1993).

### 連絡先

〒113 東京都文京区本郷3-7-1 東京大学工学部機械工学科 丸山茂夫  
 TEL: 03-3812-2111 (内線6421) FAX: 03-5800-6983  
 E-Mail: maruyama@mech.t.u-tokyo.ac.jp