

爆轟反応の問題点

1955年にHTHP法によってマイクロダイヤモンドの量産が始まったが、半世紀以上を経過しても、「ダイヤモンドは加工できない」という制約のために、地球上で最良の材料と目される人造ダイヤモンドに対して、今でもその名にふさわしい超優良用途が見つからない。不思議なことにその後、隕石の中から直径2.4-2.8nmのナノダイヤモンドが発見され（Lewisほか, 1987）、何等かの原因によって宇宙空間で発生した衝撃波が、プラズマ状炭素を巻き込むと一桁ナノダイヤモンドが生成する可能性が示唆された。その後、この筋書き通りに、強力な炸薬の爆轟および炭素のレーザー照射によってナノダイヤモンドが生成することが判明した。このうち爆轟法が小規模ながら実用化されている。当社は、その粗製凝膠体を、ビーズミリング法によって $2.6\pm 0.5\text{nm}$ の直径を持つナノダイヤモンドに再分散している。

ナノダイヤモンドの生産は、あらゆる局面において高度なナノ技術を必要とし、容易ではないが、ここでは爆轟法の問題点に限定して、最新情報を述べる。炸薬としてはComposition B（TNT+RDX, 1:1）が主に用いられるが、単に耐圧容器中で、水中または不活性気体中の爆轟を行うだけでは、衝撃波の圧力・温度がダイヤモンド結晶成長には不十分らしく、粗生成物をビーズミリングで解砕すると、基本粒子が破壊されてしまう。また爆轟後速やかに温度を下げないと、ダイヤモンド—黒鉛転移を起こして逆戻りする、という問題がある。そこで、（1）還元剤の添加による衝撃波のPT上昇、（2）爆縮レンズの使用、（3）爆轟直後に氷水による急冷するなどの対策が試みられている。

- （1）無機および有機還元剤が試みられ、とくにロシアで後者に関する研究論文が発表されているが、良い結果は得られていない。無機還元剤が使われ成功を収めているが、詳細は秘匿されている。
- （2）本来軍事機密であるためか、情報は一切公表されない。
- （3）ロシアおよび周辺諸国では大型の耐圧容器が用いられ、一度に100 kg程度の炸薬が用いられるので、急冷は難しい。小型爆轟容器を使えば氷水急冷が可能で、実施しているところもあるが、量産に不向きである。

ナノダイヤモンドの品質は、ナノダイヤモンド製造工程中最初の爆轟段階ですべて決まるが、不都合なことに情報が公開されない。我々としては、最終製品の情報を公開して、爆轟技術者に一方的にフィードバックしてゆくことしか出来ない。現在論文を執筆中であり、その中で詳しくのべるが、例えば上記の直径2.6nmダイヤモンド炭素粒子中の約40%は純粋な sp^3 混成ではないが、比較的良質なdisorder構造であるために、過酷なビーズミリング解砕に耐えたと思われる。市販の爆轟法ナノダイヤモンド凝膠体（いわゆるUDD）は、これまで調べた限りでは、1社の製品を除いて、すべてビーズミリングによって崩壊する。 sp^3 混成炭素の含量が非常に少ないためであろう。数社から4-5nmに解砕したと称するナノダイヤモンドが販売されているが、これは主として2量体で、水溶液として市販されているが、再凝集し易い。これについては、次回に述べる。