

イエローからグリーンの高温高压処理ダイヤモンドの鑑別

今回はジェム&ジェモロジー2000年夏号より、イエローからグリーンの高温高压処理されたダイヤモンドについての宝石学的特性、及び、識別特徴を紹介します。

いくつかの企業はブラウンダイヤモンドに高温高压 (HPHT) 処理を施して、カラーをグリーンニッシュイエロー、イエロッシュグリーン、イエロー及び、ブラウンニッシュイエローに変化させている。ゼネラルエレクトリック (GE)、ノバテクのほかにロシアとスウェーデンにもこうした企業が存在する。GE、ノバテクはグリーンカラーの形成に重点を置いており、それに対し、スウェーデンのメーカーは天然イエローダイヤモンドに近いカラーを形成しようと試みているようである。

GE、ノバテクでは、単結晶ダイヤモンドの合成に用いられるのと同じ種類の装置を使用して、天然ダイヤモンドに約6ギガパスカル (GPa、60キロバールに相当) の高い封圧を加えている。この間に最高2100 の高温に短時間 (30分以内) 晒す。この条件はGEがダイヤモンドの脱色に使用している条件に似ているが、処理前の宝石材は窒素を含有しないタイプ a のダイヤモンドではなく、窒素含有タイプ a ブラウンダイヤモンドである。GE POL の脱色プロセスと同様、高温高压処理後の表面の損傷を除去するためにダイヤモンドは再研磨が必要がある。GE及びノバテクで製造された処理ダイヤモンドは外觀と宝石学的特徴が似ているが、両社が同一の高温高压処理装置と処理条件を用いていることにはならない。

「素材及び検査法」

この研究では、高温高压処理が施されたことが判明している63個のダイヤモンドを検査した。内訳はファセットカット石41個、原石22個であった。GEは31個、ノバテクは25個、スウェーデンのメーカーは7個である。原石ダイヤモンド7個について、ノバテクによる処理の前後に検査を行った。すべてのサンプルを

対象に宝石学用双眼顕微鏡、様々な照明、ウルトラ バイオレット プロダクツ製長波 (366 nm) 短波 (254 nm) 紫外線ランプユニット、ベック プリズム分光器、及びディスクラン デジタルスキャン回折格子分光器の両方を使用して検査した。日立U - 4000シリーズ分光光度計2台を使用して250 - 1000nmの液体窒素温度での吸収スペクトルを記録した。赤外線スペクトルの記録はニコレット760フーリエ変換赤外線 (FTIR) 分光計で25000 - 400cm⁻¹ 範囲、ニコレット550F TIR 分光計では11000 - 400cm⁻¹ 範囲を記録した。

「結果」

処理サンプルの明細

我々がサンプルすべてを観察した限り、3社で処理されたダイヤモンドは、いずれも特性が似ていた。これらの特性から63個のサンプルは可視光に対して顕著なグリーンルミネッセンスを示すものと示さないものの2つのグループに分かれることが判明した。前者を「多数グループ」、後者を「少数グループ」と表示する。

カラー

処理サンプルはいずれも彩度が高く、その多くは暗い明度であった。大半はグリーンニッシュイエローからイエローグリーンであったが、6個はイエローからブラウンニッシュイエローであった。グリーンニッシュイエローからイエロッシュグリーンの色相は光源によって大きく変化した。特に日光を当てるとグリーンルミネッセンスが励起され、グリーン味が著しく増加した。

拡大特徴

最も一般的な特徴はブラウンからイエローの面状グレイニングである。このグレイニングは1つまたは複数の八面体方向に平行で筋状あるいは交差するカラーゾーニングを形成

していた。このカラーグレイニングは強度が弱いから非常に強いにわたっていた。ノバテクから入手した処理原石サンプルと、1個のファセットカット石 (再研磨前の状態) では表面にエッチング (腐食) とピッティング (点食) が見られ、それによって内部特徴が不明瞭になっていた。18個のファセットカットダイヤモンドにおいて、エッチングや点食のあるナチュラル、腐食したフラクチャーやグラファイト化したフラクチャー、歪みフラクチャーに囲まれた結晶インクルージョンなどの加熱を示す特徴が確認された。

蛍光反応

長波紫外線に対し、グリーンニッシュイエローからイエロッシュグリーンのサンプルの68%において中程度 - 強いグリーンニッシュイエローからイエロッシュグリーンの蛍光が観察された。残りの32%ではブルーにイエローまたはグリーンニッシュイエローの混合した蛍光が見られた。63個中56個では蛍光のカラーに関係なく蛍光がチョーキー、またはぼんやりした外觀をしているように思われた。いくつかのファセットカットサンプルにおいてはこのチョーキーさがキューレットで特に強く見えた。イエローからブラウンニッシュイエローのダイヤモンドの場合、蛍光色は他とほぼ同じであったが、強度が比較的弱かった。短波紫外線に対して、グリーンニッシュイエローからイエロッシュグリーンのサンプルの93%において、中程度から強いグリーンニッシュイエローからイエロッシュグリーンの蛍光が観察され、残りの7%ではイエローの蛍光が観察された。40個では蛍光の外觀がチョーキーであった。イエローからブラウンニッシュイエローのサンプルの蛍光色は他とほぼ同じであったが、強度が比較的弱かった。総じて、短波より長波の方が蛍光は強かったが、両方の強度が同じサンプルが少数存在し、短波で弱い蛍光で長波で蛍光を示さないサンプルも3個あった。

ウエスキ ハジメ
AGEエムラボラトリー 上杉 初

光ファイバーオプティックランプのような強い可視光を当てるとイエローからブラウンニッシュイエローの6個を除く全部において中程度から強いグリーン ルミネッセンス (グリーンランスミッション) が認められた。これらのダイヤモンドを光ファイバー照明下で観察するとグレイニングのあるサンプル41個中35個においてこのルミネッセンスがブラウンからイエローの面状の内部グレイニングから発していることが明瞭に認められた。(図1)

スペクトル

グリーンニッシュイエローからイエロッシュグリーンの処理ダイヤモンドを卓上型の分光器で透過光により観察すると、ほとんど503nmの強いピーク、480 - 500nm付近に暗いバンドが見られた。22個においては弱から中程度の強さの415nmのピークも出現し、20個では505nm及び515nmにグリーン輝線も認められた。これらの特徴は図2に示す。イエローサンプル中5個は同分光器で特徴が全く認められなかった。



図1 これらの典型的な高温高压処理イエローダイヤモンドに見られた強いグリーン透過ルミネッセンスはグレイニングの各面から発している。ジェームス シグラー撮影倍率10倍

紫外、可視、近赤外線スペクトルは図3に示す通り、3つのカテゴリに分かれた。第1のカテゴリは最も一般的なスペクトル (グリーンニッシュイエローからイエロッシュグリーンのサンプル45個に見られた、図3A) で、弱いN3バンド (415nm)、強いから非常に強いH3バンド (503nm)、弱から強いH2バンド (985

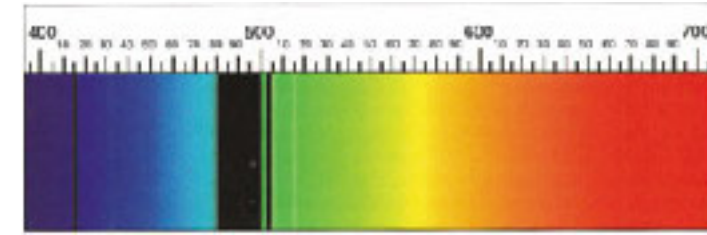


図2 卓上型の分光器で観察すると、大半の高温高压処理ダイヤモンドに固有のスペクトルが出現する。480 - 500nm付近の強い吸収帯、503nmの強い吸収線のほか、ときに415nmの弱い吸収線や505nm及び515nmの輝線が見られる。

紫外線・可視光線・近赤外線吸収スペクトル

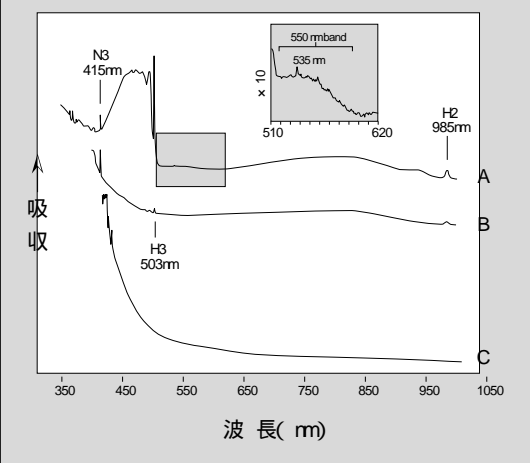


図3 検査対象の高温高压処理ダイヤモンドについて、低温で収集した紫外線・可視光線・近赤外線吸収スペクトルにはいくつかの固有の特徴が見られた。(A)最も多数のサンプルに見られた特徴は、N3バンドの弱い吸収 (415nm)、H3バンドの強い吸収 (503nm)、H2センターの中等度の吸収 (985nm) 及び、いくつかのケースでは550nmを中心とする弱いから中程度の広い吸収、535nmの弱く鋭いピーク、637nmの弱いピークであった。510nmから620nmの間の微妙な特徴を強調するために10倍に拡大した。(B)より少数のサンプルに、500nm付近から短波長側に向かって上昇する吸収と、N3バンド、H3バンド、H2バンドが見られた。(C)イエローからブラウンニッシュイエローのダイヤモンドのスペクトルは短波長側に向けた吸収の緩やかな上昇しか見られなかった。

nm) が認められた。これらのサンプルの約半数において、550nm付近を中心とする弱いピーク、535nmの弱く鋭いピーク、NVセンターに関連する637nmの弱く鋭いピークが見られた。第2のカテゴリは10個のサンプル (グリーンニッシュイエローからイエロッシュグリーン9個、ブラウンニッシュイエロー1個) に見られたスペクトルで第1のカテゴリの特徴と似ていたが、相対的強度が異なり、500nm付近から短波長側に向かって全体的に急激に上昇する吸収が見られた。(図3B) 第3のカテゴリではイエローからブラウンニッシュイエローのサンプル6個中5個において短波長側に向けて急激な吸収の上昇が認められた。N3やH3の特徴は認められず(図3C) またH2吸収が確認されたのは5個中1個であった。

室温における近赤外線範囲のフーリエ変換赤外線 (FTIR) スペクトルでも985nmのピークが出現した。すべてのサンプルの中赤外線スペクトルにタイプ aダイヤモンドに固有の特徴が出現した。窒素の集合状態は様々でA集合体のみが3個で、残りの60個ではA集合体とB集合体双方の吸収スペクトルが確認され、そのうち、B集合体吸収が比較的強かったのが約半数、A集合体吸収が比較的強かったのが半数であった。2個のサンプルでは1344cm⁻¹ に弱いピーク (孤立型の置換窒素に関連する特徴) が出現した。

処理前後のサンプルの比較

薄いイエローの結晶 (部分処理が施されたもの) と暗いブラウンの結晶1個は処理後、ブラウンニッシュイエローに変化した。残る5個はブラウンからグリーンニッシュイエローに変化した。(図4) 処理後、7個の結晶全てにおいて、長波紫外線に対してグリーン蛍光が強くなり、グリーンニッシュイエローに変化した5個は強さとチョーキーさが増した。短波紫外線に対する蛍光は7個においてグリーンが強くなり、6個では強さとチョーキーさが増した。処理前の6個のブラウン結晶において、可視光に対する非常に弱いから中程度のグリーンルミネッセンスが観察された。処理後、このルミネッセンスは薄いイエローの結晶では観察されず、暗いブラウンの結晶では弱いままであった。残る5個のサンプルでは、グリーン透過ルミネッセンスが著しく強くなった。

薄いイエローの結晶の場合、処理後、卓上型分光器では変化は見られなかった。暗いブラウンの結晶では、処理後に503nmのピークがより強くなり、494nmに新たなピークが出