

## UV光による氷のアモルファス化の温度依存性

## Temperature Dependence of UV Amorphization of Crystalline Water Ice

# 高遠 徳尚 [1]; 長岡 明宏 [2]; 渡部 直樹 [3]; 香内 晃 [4]

# Naruhisa Takato[1]; Akihiro Nagaoka[2]; Naoki Watanabe[3]; Akira Kouchi[4]

[1] 国立天文台; [2] 北大・低温研; [3] 北大・低温研; [4] 北大・低温研

[1] Subaru Telescope, NAOJ; [2] Inst. Low Temp. Sci., Hokkaido Univ.; [3] Inst. of Low Temp. Sci., Hokkaido Univ.; [4] Inst. Low Temp. Sci., Hokkaido Univ

氷衛星やカイパーベルト天体の表面の氷は、ほとんどすべて結晶質氷として観測されている。一方、宇宙空間の結晶質氷はUV光や宇宙線によってアモルファス化することが知られており、カイパーベルト天体ではUV光によるアモルファス化が支配的である。UV光によるアモルファス化の速さは早いため、天体表面の氷はアモルファスでなければならないと予想され、観測事実を説明できない結果になっている。

そこで我々は、UV光によるアモルファス化の速さとその温度依存性を実験的に求めた。高真空中で140 Kに冷却したアルミ板にH<sub>2</sub>Oをゆっくり吹きつけて作成したIc氷(約30 mono layer)を所定の温度まで冷却し、UV光(波長126 nm, 半値幅10 nm)を照射して、アモルファス氷が出来てゆく様子を赤外線反射スペクトル(5500-650 cm<sup>-1</sup>)のプロファイル変化から観察した。UV光のフラックスは $2 \times 10^{13}$  photon s<sup>-1</sup> cm<sup>-2</sup>で、この実験の1秒は40 AUにある天体が太陽から受けるライマンアルファ光1-2日分に相当する。

この他に、氷試料のどの深さでアモルファス化が進行しているのかを調べる目的で、D<sub>2</sub>OとH<sub>2</sub>Oを互層にした試料に対しても同様の実験を行った。

その結果アモルファス化の速さは氷の温度に大きく依存し、ある温度(T<sub>c</sub>)を境にそれより低温では最終的に殆どすべてアモルファス化するが、その温度より高温ではほとんどアモルファス化しないことが分かった。我々の実験条件ではT<sub>c</sub>=30-40 Kであった。

UV光照射中の吸収スペクトルの変化をみると、違ったタイムスケールとT<sub>c</sub>を持った2種類のプロセスが存在するように見える。UV光照射直後から波数約3300cm<sup>-1</sup>にある結晶質氷の吸収ピークは急速に減少することが観測された(数分のタイムスケール)。この変化は試料全体がアモルファス化できる温度T<sub>c</sub>~35 Kより高温でも見られた。

一方「遅い」プロセスの速さは温度依存性があり、10 Kでは1時間程度で試料全体がアモルファス化するが、30 Kでは数時間必要となり、40 K以上では遅いプロセスははっきりとは見出せず、前述の早いプロセスしか観測されなかった。D<sub>2</sub>Oを使った実験から、早いプロセスは試料表面付近での変化であり、遅いプロセスは試料の中(深いところ)で起こっている変化であると予想される。

カイパーベルト天体に今回の実験結果を適用すると、依然アモルファス化の速度が速く、現実に観測されている結晶質氷の存在を説明できない(微小隕石による表面掘返しの程度に依存するが)。アモルファス化のメカニズムによっては、UV光のフラックスによってT<sub>c</sub>やアモルファス化の速度が変わる可能性があるため、太陽系天体へ適用するためには、UV光フラックス依存性も調べておく必要がある。

## 参考文献

Jewitt & Luu, "Crystalline water ice on the Kuiper belt object (50000) Quaoar," Nature, 432, 731-733 (2004).

Kouchi & Kuroda, "Amorphization of cubic ice by ultraviolet irradiation," Nature, 344, 134-135 (1990).