

チクシュループ・クレーター内部の衝撃変成石英分析に基づく イジェクタ堆積環境の推定

○常昱¹, 後藤和久², 関根康人³, 田近英一³

¹東大・地惑, ²東北大・災害研, ³東大・新領域

1. 背景

チクシュループ・クレーターはメキシコのユカタン半島に位置する、直径約180 kmの巨大衝突クレーターである [1]. また、地球上に存在する巨大衝突クレーターうちで最も衝突構造がよく保存されているため、巨大クレーターの形成過程を理解する上できわめて重要な研究対象である。しかし、チクシュループ・クレーターは現在地下2~3 kmに埋没しているため、直接的な調査は地震波等の構造探査と掘削試料回収に限定されている [1-5]. 特に、クレーター内部掘削試料のうち、唯一の連続コアであるYAX-1コアからは、100 mに及ぶ衝突起源堆積物（インパクトイト）が発見されており、クレーターの形成過程を知る重要な手がかりを与える。ところが、これまで岩相観察や地球化学分析に基づいた研究では、その堆積過程は必ずしも統一的な見解が得られていない [2-5].

そこで本研究では、イジェクタの経験圧力の違いに着目して、YAX-1コアのインパクトイト層の全ユニットについて、圧力指標である衝撃変成石英の経験圧力と存在度、粒径の変化を調べることで、各ユニットにおける堆積プロセスの再評価を行った。

2. 従来の解釈

YAX-1コアは岩相学的特徴に基づいて6つのサブユニットに細分化されている [6]. そのうち下部のユニット5, 6は、イジェクタカーテン由来の堆積物だとする解釈とクレーター内部から流出したメルトシートだとする解

釈に分かれている [2,3]. Tuchschererらは、岩相観察、顕微鏡観察、化学組成分析に基づき、ユニット6は炭酸塩岩片の高い割合で存在することに加え、微化石が発見されていることから、イジェクタカーテン由来と解釈し、ユニット5は、微化石や炭酸塩岩片の欠乏と基盤岩由来の珪質岩片の卓越から、トランジェント・クレーター内部から流動してきたメルトシートであるとした [2].

一方、Kringらは、一次鉱物の類似性より、イジェクタを含んだメルトシートが流動を終えた後、メルト内で沈降した巨礫がたまったものがユニット6、上部メルトが固化したものがユニット5であると解釈している [3].

また、チクシュループ・クレーター形成直後にクレーター内部に海水が流入したかどうかについても未だに結論がでていない。後藤らは、岩相観察や化学組成分析・微化石分析に基づいて、YAX-1コアのユニット1は、衝突直後に海水がクレーター内部に流入したことで生じた再堆積によるものだとした [4].

一方、岩相分析や数値計算に基づき、ユニット1は大気中を降下したフォールバックイジェクタであるとする解釈もある [5].

3. 手法

衝撃変成石英は、石英粒子のうちPFs (Planar Fractures) や PDFs (Planar Deformation Features) と呼ばれる微細な面構造を持つものをいう [7]. 特にPDFsは高圧 (10~35 GPa) を経験した石英粒子のみに形成され、経験し

た圧力によって結晶のc軸に対する面方位が異なることから、衝撃の圧力指標として用いられている [7].

本研究ではYAX-1コアのインパクト層掘削試料（全24層準）より石英粒子のみを抽出し、PDFsの方位角測定を通して粒子の経験した圧力の推定を行なった。また、石英粒子の計数を通して全石英粒子に対する衝撃変成石英の存在度を、各粒子の画像解析から粒径を算出した [8].

4. 結果と考察

YAX-1コアのインパクト層の全ユニットから衝撃変成石英を発見した。

まず、ユニット5下部試料中の衝撃変成石英は高圧 (>25GPa)を経験した粒子が支配的であり、様々な圧力を経験した石英粒子が混在するそれ以外の試料と特徴が異なることが分かった。これは、トランジェント・クレーター形成過程で生成したメルトシートがクレーター底部の高圧を受けた基盤岩の石英粒子を巻き込んでトランジェント・クレーターの外側に流出したものであろうと解釈できる。

一方、その他の全ての試料には高圧から低圧までの様々な圧力を経験した粒子が混在している。ユニット5より先に堆積したユニット6はイジェクタカーテン由来 [2]であることが示唆されるが、このことは流体コードを用いた数値シミュレーションから予想される堆積過程とも整合的である [9]。このことは、YAX-1コアがトランジェント・クレーターの外部に位置することを示し、その直径が120 kmより小さいことを示唆する。

ユニット5上部試料には、様々な圧力を経験した衝撃変成石英が混在しており、石英のさらに高圧相であるBallen Quartz [10]の含有

量がフォールバックイジェクタ由来 [2,3,5]と考えられるユニット3, 4と同程度であることから、ユニット5上部もフォールバックイジェクタ由来の可能性が考えられる。

ユニット1では、衝撃変成石英とBallen Quartzの含有量がともに振動し、増減を繰り返していることが分かった。さらに、石英粒子の粒径も周期的に増減を繰り返しており、ソーティングも見られない。ユニット1がフォールバックイジェクタ [5]だとするならば、ソーティングを受けているはずであり、粒径や高圧経験粒子の周期的な変動を説明することが困難である。一方で、これらの変動は衝突によって発生した津波の繰り返しによる周期的な変化とは整合的であり、ユニット1が津波堆積物由来 [4]であることを支持する。これは、チクシュループ・クレーターの形成過程において海水の浸入が起きたことを示唆するものである。

引用文献

- [1] Gulick et al., 2013, *Reviews of Geophysics*, 51, 31-52
- [2] Tuchscherer et al., 2004, *Meteoritics & Planetary Science*, 39, 899-930
- [3] Kring et al., 2004, *Meteoritics & Planetary Science*, 39, 879-897
- [4] Goto et al., 2004, *Meteoritics & Planetary Science*, 39, 1233-1247
- [5] Wittmann et al., 2007, *GSA Bulletin*, 119, 1151-1167
- [6] Dresslar et al., 2003, *EOS Transactions*, 84, 125-130
- [7] Grieve et al., 1996, *Meteoritics & Planetary Science*, 31, 6-35
- [8] Nakano et al., 2008, *Meteoritics & Planetary Science*, 43, 745-760
- [9] Collins et al., 2008, *EPSL*, 270, 221-230
- [10] Ferriere et al., 2009, *Eur. J. Mineral*, 21, 203-217