

白亜紀/第三紀(K/T)境界における衝突イベント

田近 英一¹

¹ 東京大学大学院理学系研究科

1. 背景

約 6500 万年前の白亜紀/第三紀境界(以下、K/T 境界)において直径 10km 程度の小惑星が現在のメキシコ・ユカタン半島に衝突したことは良く知られている。しかしながら、衝突によって形成されたチクシュループ・クレーターはユカタン半島の地下約 2km に埋没しているため、衝突の詳細はいまだによく分かっていない。

我々東京大学の研究グループは、1994 年からチクシュループ・クレーターの地球物理探査を開始し、1997 年から 2008 年までの 12 年間にわたって、キューバをはじめとする数多くの K/T 境界層の地質学的調査を行ってきた。以下では、その成果の一部を紹介する。

2. 衝突津波堆積物

メキシコ湾やカリブ海周辺の K/T 境界層には、層厚数 m 程度の浅海性津波堆積物が形成されている。当時のユカタン半島は浅海性炭酸塩プラットフォームであったため、海洋衝突によって衝突津波が発生したものと考えられる。衝突地点に近いキューバにおいても、そのような堆積物の存在が予想された。

ところが、我々の調査によって、キューバの K/T 境界層には、最大層厚が数百mにも達する“深海性津波堆積物”が存在することが明らかになった。その下部を構成しているのは、衝突の衝撃によって発生したと考えられる地滑り堆積物（重力流堆積物）で、その上

部を構成するのは、既存の海底堆積物が津波によって巻き上げられて懸濁海水を形成し、そこから再堆積して形成されたと考えられる、基本的に堆積構造がみられない均質な堆積物“ホモジェナイト”であった。大変興味深いことに、ホモジェナイトの鉱物組成や粒径等には数回～十回程度の変動がみられ、津波は何度も繰り返した可能性が示唆される。

(詳しくは、文献[1]～[2]を参照)

3. 衝突津波の発生メカニズム

十回程度繰り返す衝突津波の発生メカニズムは不明だが、ターゲットが深さ 200m 程度の浅海域であることを考慮すると、海水が衝突クレーターへ侵入し、あふれた海水が流出するという振動現象によって津波が繰り返されたのではないかと考えられた。そこで、そのようなプロセスを考慮した津波の発生及び伝搬モデルを開発し、衝突によって発生する津波の挙動を数値計算によって調べた。

その結果、最初に大規模な「引き波」が発生し、その後は「押し波」と「引き波」が十回程度繰り返されることが確認された。津波のエネルギーの一部はメキシコ湾及びカリブ海周辺にトラップされることも分かった。

他の衝突津波の発生原因は、どれも堆積物から想定されるような巨大津波にはならない。一方、衝突で生じたであろう地滑りによっても巨大津波が発生し得るが、その規模や方位はまったく不明で予測も困難であり、いまのところ議論ができない。ただし、地滑り

起源の津波は「押し波」のため、津波堆積物にみられる第一波の津波の“古流向”を調べることでその判別が可能である。

キューバにおける複数の津波堆積物で古流向を確認したところ、それらはすべてユカタン半島向きの「引き波」で開始されていることが明らかになった。したがって、地滑り起源の津波が発生したことは間違いないものと考えられるものの、メキシコ湾及びカリブ海周辺に広く見られる約十回繰り返される津波の主たる発生原因は、衝突クレーターへの海水流入による可能性が高い。(文献[3])

4. 衝突クレーター内部の堆積物

衝突直後にクレーター内部に海水が流入することを検証するため、我々は 2001～2002 年に実施された国際陸上科学掘削計画 (ICDP) とメキシコ国立自治大学(UNAM) による、初めてのチクシュループ・クレーター内部の科学掘削プロジェクトに参加した。

掘削試料の解析から、掘削地点においては厚い石灰岩と硫酸塩岩のメガブロックの上に、“インパクトタイト”と呼ばれる衝突起源堆積物(衝突メルト角礫岩+スウェイバイト)が約 100m の厚さで堆積していることが分かった。さらに、我々はスウェイバイト層において正逆二方向の斜交葉理を発見した。これは、スウェイバイト堆積時に海水が流入した直接的証拠である。さらに、その組成と粒度には数回～十回におよぶ変動が確認された。これらのことから、海水の流入と流出が繰り返された可能性が強く示唆される。衝突クレーターにはリムが形成されるものの、その直後にガリー(水路)が形成されたかリムが崩壊したものと考えられる。(文献[4],[5])

最近の地震波探査によって、ユカタン・プラットフォームは北東側に傾いた非対称地形であり、北東側は 2km の深さであったこ

とが明らかになった [6]。このことから、海水流入は容易であったことが示唆される。

5. イジェクタ

衝突によって放出されたイジェクタの特徴を明らかにするため、被った圧力の指標となる、衝撃変成石英の PDFs (planar deformation features) の角度に関する文献調査を行うとともに、キューバ等の試料について、これまでにない規模での PDF の角度計測を実施した。

その結果、衝突地点からみて遠方サイト(北米、ヨーロッパ、太平洋)においては低圧変成の影響がみられず高圧変成の影響が顕著であるのに対して、近傍サイト(メキシコ、キューバ)においては低圧変成の影響が顕著であることが明らかになった。このことは、大規模衝突におけるイジェクタ放出過程に重要な制約を与える。(文献[7]参照)

参考文献

- [1] Tada *et al.* (2003) *AAPG Memoir*, **79**, 582-604.
- [2] Goto *et al.* (2008) *Cretaceous Res.*, **29**, 217-236.
- [3] Matsui *et al.* (2002) *Catastrophic Events and Mass Extinctions: Impacts and Beyond* (Koeberl C., and MacLeod, K. G. eds.), Geological Society of America Special Paper 356, 69-78, 746pp.
- [4] Goto *et al.* (2004) *Meteoritics & Planetary Science*, **39**, 1233-1247.
- [5] 後藤和久ほか (2004) 遊星人, **13**, 241-248.
- [6] Gulick *et al.* (2008) *Nature Geoscience*, **1**, 131-135.
- [7] Nakano *et al.* (2008) *Meteoritics & Planetary Science*, **43**, 745-760.