

世界の隕石孔

早川 和夫*

1. 隕石孔の研究法

地上にクレーター（凹孔）が存在するとき、そのくぼみの原因が外部からの衝撃、すなわち隕石の落下によるものか、或は内部の地質的営力すなわち火山活動によるものかという問題は、今世紀の初頭までは比較的少数の研究者の興味をひくのみであった。

ところが近年にいたり、米・ソの宇宙探査の進展に伴い、月をはじめとする水星、火星等の表面状態の観測の結果、これらの天体は想像以上に多数のクレーターに覆われている事実が明らかになった。このことは、地球も他の惑星のように多数のクレーターを持った時代を経過して今日に及んだのではないか、という疑問を懐かせる。

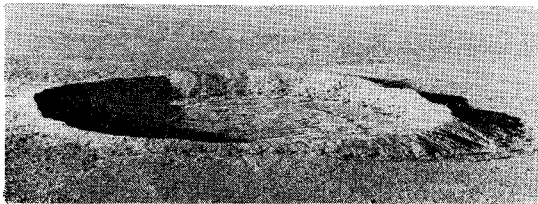
こうしたことから、地球上の隕石孔の研究は各分野に広がり、天文学の見地から落下状態を、地質鉱物学的立場からクレーター内部構造を、また地球物理的探査による重力・磁気異常を研究して、隕石孔であるかどうかの決定条件としつつある。

隕石孔研究に重要な貢献をしたのは、米国地質調査所天体地質センターであった。同センターが、アリゾナ隕石孔に近いローエル天文台の所在地であるフラグスタフ市に設置されたことは、天と地を結ぶ学問である天体地質学の進展を予想したものであった。

2. 隕石孔の特徴

現在知られている隕石孔の条件は次の4つであり、地球上のクレーターのみならず、他の天体のクレーターに対しても隕石孔であるかどうかの有効な判断資料となるだろうと期待されている。

第1に隕石又は隕鉄がクレーター周辺に分布することである。これほど明白な証明はあるまいと思われるのに、慎重すぎた事例もある。地質学者ギルバートは、アリゾナ隕石孔外に発見された多数の隕鉄は、クレーター生成と無関係に落下したと考えて、火山爆発説を唱えた。ギルバートは後に、月面クレーターの隕石説を発表して世



ウォルフクリーク隕石孔
クレーター番号 110, 分類 I 型, オーストラリア

人を驚かせた。それは目前のものに慎重で、遠方のものに大胆であった一例であろう。

第2に、クレーターの地質構造である。地質的に新しく、原型が良好に保たれる場合には、クレーター内部の容積は、外部に放出された岩石量にほぼ等しい。ただし、カナダに見られる古い地質時代のクレーターは浸蝕が進み、この法則はあてはまらない。

また爆発型の隕石孔では、その孔壁に反転褶曲構造が見られることがある。アリゾナ隕石孔はその好例である。

第3に、天体の衝撃・爆発によって生ずるアストロブレード（天体による傷痕）が地上の岩石に発見されることである。隕石（鉄）が秒速 4 km 以上の速度で地表に激突するとき、そのエネルギーはすべて熱と力に変換され、火山爆発をはるかに上まわる影響を岩石に与える。この結果、地上のものと異なる新種の鉱物が生成される。

地上の岩石には多かれ少なかれ、石英を含むのが通例である。衝撃を受けた岩石中の石英は、マイクロ秒間の瞬間に、数メガバールの圧力を受けて、比重が 2.7 から 3.0 に高まる。これが高圧型石英コーサイトである。

同時に石英粒子の内部に歪を生じて、劈開状の構造を示す。普通の岩石に含まれる石英はこうした構造を持たないことが知られている。

もしも岩石が玄武岩質の場合には、その中に含まれる鉱物の輝石は衝撃の歪を受けて、ねじれ構造を示したり、斜長石は高熱のため溶解して、マスケリナイトというガラス質物質に変化する。

月面で採集されたアポロ岩石試料は、顕微鏡下で内部構造を調べると、いずれも激しい衝撃作用を受けたことを物語る。この事実は月面のクレーターの成因を論ずる場合、無視できないファクターとなるであろう。



アリゾナ（バリンジャー）隕石孔
クレーター番号 7, 分類 I 型 擬似
正方形, アメリカ

衝撃を受けた岩石が、石灰岩や砂岩のように均質な堆積岩の場合には、シャッター・コーン

* 北海学園大学 K. Hayakawa: Terrestrial Meteor Craters

(衝撃円錐型)という大きさ数 cm から数 m の変形岩体を形成する。

アストロブレードという語は、海洋学者ディーツの提唱によるもので、隕石孔決定の有効な手段となった。もし隕石物質がクレーター付近で発見されなくても、岩石中にアストロブレードがあれば隕石孔と判断してよい。

第4は、クレーター周辺の重力・磁気探査である。この方法はボーリングと併用して効果があるといわれる。

3. 隕石孔の分類

シューメーカーとエグルトンは 1961 年に隕石孔の型式を 6 種にまとめて発表した。

I 型: 隕石 (鉄) を伴う隕石孔

このタイプの代表はアリゾナ (バリンジャー) 隕石孔である。隕鉄片の大部分はクレーター外部のダイアブロ谷付近で発見されたので、アリゾナ隕鉄のことをキャニオン・ダイアブロと呼んでいる。拾われた総計は 30 トン及び、その一部は世界各国の博物館、研究所、大学等に収蔵されている。

シューメーカー説によると、直径 25 m、重量 6 万 3 千トンの隕鉄塊が 2 万 5 千年前に、秒速 15 km で落下した結果、TNT に換算して 1.7 メгатンの爆発力を生じ、直径 1.2 km、深さ 180 m、周囲の平原からの盛り上りは 30 m ないし 60 m のコーヒー・カップ状のクレーターを作り、孔底には大隕鉄塊は存在しないという。

これより先、バリンジャーは孔底深く大隕鉄塊が埋蔵されると考えて、数 10 本のボーリングを行い、最も深いものは 419 m に達したが目指す隕鉄塊は発見できず、古生代の堆積岩の互層であることが判明した。火成岩が存在しないことは、このクレーターが下から作られたのではなく、上からの作用、隕石説が確立したのであった。

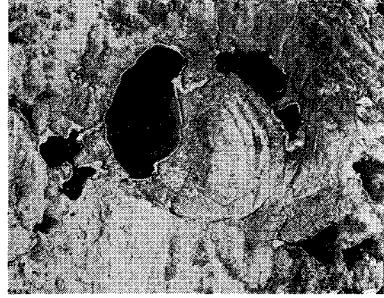
アリゾナ隕石孔の形状は擬似正方形といわれ、四隅を丸めた四角形に近い。原因はクレーターの対角線方向に断層が発達しているため、衝撃による爆発力が隅に集中した結果と思われる。擬似正方形の隕石孔はアリゾナ以外に 5 か所あり、その原因については研究されていない。

II 型: 衝撃構造をもつ隕石孔

ドイツのリースケッセル (盆地) がこの種の代表的ク



タレムザン隕石孔
クレーター番号 94, 分類 III 型, アルジェリア



ブレント
隕石孔
クレーター番号 10, 分類 IV 型, カナダ

レーターである。II 型には隕石又は隕鉄を伴わない

が、隕石孔の証拠であるコーサイトが発見される。リースクレーターは直径 22.5 km に及ぶ古生代の花崗岩地帯で、その上を第 3 紀の堆積物が覆っている。

ドイツの学会では、リース盆地の成因について隕石説と火山説の両論があったが、アメリカのシューメーカーとチャオは、盆地の岩石からコーサイトを発見して、この盆地が隕石孔であることを決定して、ドイツ側を口惜しがらせたというドラマチックな研究史を残している。

III 型: 形状と構造に特徴をもつ隕石孔

このタイプは少ないが、形状と構造が隕石孔の特徴を良く表わすものである。隕石と隕鉄は発見されないが、衝撃鉱物である熔融ガラス、コーサイト及び変形岩石シャッター・コーンが発見される。代表的なものにニューケベック隕石孔がある。(II 型と III 型はひとつにまとめてはどうか)

IV 型: 埋没構造の隕石孔

このタイプは数多く発見されている。II と III 型と同じに、隕石と隕鉄は発見されないが、ガラス質、コーサイト、シャッター・コーン等のアストロブレードが発見される隕石孔である。

永い地質年代を経ているため、かなりの浸蝕をうけて現在見るような埋没構造を示しているのであろう。著名なものとして、シェラマドラ構造とかウェルズクリーク地帯があり、特にシャッター・コーンの完全なものが発見されることがあるのは注目すべきことである。

V 型: 衝撃によらないもの

このタイプは例外的なもので、天体が地表近くで爆発した結果、地表に変化を及ぼしたもので隕石孔とは別の現象であるが、分類上 V 型とした。事例は 1908 年のシベリアのツングースカ事件である。火の玉が落下して周囲の森林地帯が広い範囲になぎ倒されたが、未だに隕石らしいものは発見されない。ソ連のクリノフは彗星氷核の爆発が原因であるとしている。

VI 型: 今後調査が期待されるクレーター

極めて多くのクレーターが候補に上っている。

以上の 6 分類に対して、ナイニンジャーは爆発型と衝撃型の 2 分類を採用している。シューメーカーの分類は地質構造に主眼点をおいたものであるが、隕石の落下速

度も考慮した分類法がある。

クリノフによると、①爆発型、②衝撃型、③混合型、④有望型、⑤彗星核爆発型の5分類を提唱している。

この場合隕石の対地速度が秒速 4km 以上を爆発型、4 km 未満を衝撃型としている。わが国の隕石落下状況は、地上転落又は貫入型であるから、対地速度は数百 m 以下と思われる。

4. 世界の隕石孔

現在世界の隕石孔は 115 あり、その中確実 34 (ツングースカを含まず)、有望 79、疑問 2 である。これらの中には、最近南極点附近で発見されたという大クレーターは含めていない。これらの隕石孔分布図と名称一覧表をかかげる。(アルバム参照)

115 のクレーターを大陸別に分けると、南北アメリカ大陸に 56、オーストラリアに 7、ヨーロッパに 14、ソ連邦に 6、アフリカ大陸に 13、其他に 19 散在している。

日本、中国大陸、タイ、ベトナム、インドネシア、フィリピン、ニュージーランドは今の所発見されていない。南極大陸にはひとつだけ見つけられている。

確実な隕石孔がアメリカとカナダ及びオーストラリアに多いことは、発見地帯の地形が比較的良好に保たれていること、航空事業が盛んで発見の確率が高いこと、隕石孔の研究が多方面の分野から進められていることを物

語るものであろう。

5. 新隕石孔の発見

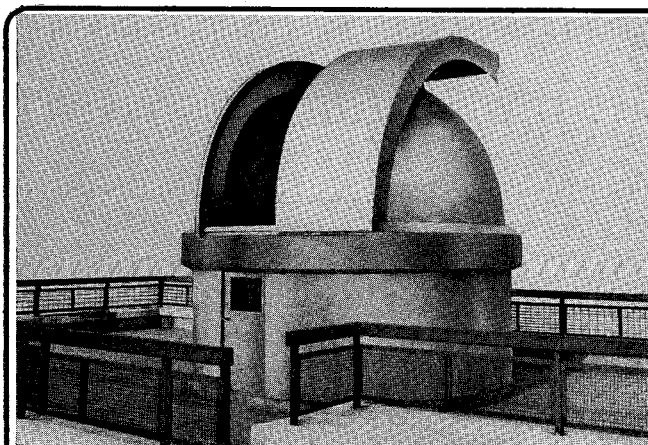
未知の隕石孔を東洋で発見したいものである。現在のところソ連のシホタアリンとオーストラリアのヘンバリーその他を除けば、モンゴールのゴビ砂漠クレーターが伝えられるだけで、広大な中国大陸とそれをとりまく南方諸国には、ひとつも確実な隕石孔が知られていない。

わが国に於ては、奄美大島にそれらしいクレーターの情報があり、地球物理的探査は実施されたが、地質鉱物学からの検討がなされていないので確認できない。またウィーン自然史博物館の隕石室のパネルに、日本海がクレーターの候補地としてあげられているが根拠は明らかでない。ただ西欧人の想像力を示す一例として、疑わしいものの印を付けて分布図と一覧表にかかげておいた。

6. まとめと参考

隕石孔に関する情報とアリゾナ隕石孔の調査に便宜を提供された天体地質センターのマサースキー所長とコールトン副所長の好意に感謝し、あわせて諸先輩の御教示を期待したい。参考に僭越であるが小著をあげておく。アリゾナ隕石孔の研究 早川和夫

- (1) 生成機構の力学 1972 北海学園大学研究報告 (1)
- (2) 衝撃変成鉱物 1974 同上 (2)
- (3) 落下年代の推定 未定



営業品目

- ★天体望遠鏡ならびに双眼鏡
- ★天体写真撮影用品及び部品
- ★望遠鏡各種アクセサリ
- ★観測室ドームの設計・施工



← L N-10 E 型
25cm 反射赤道儀

★総合カタログ
ご希望の方は切
手 300 円同封お
申込みください

ASTRO 光学工業株式会社

ASTRO

〒170 東京都豊島区池袋本町 2-38-15 ☎03(985)1321