

テクタイト -クレーターと河と街-(3)

Tektite -Meteorite Craters, Rivers and Towns-

岸井 貫
Toru KISHII

問合せ/キシイ トオル 〒168-0072 東京都杉並区高井戸東3-14-11 TEL 03-3329-3537 FAX 03-3329-3890 E-mail/toruki@js7.so-net.ne.jp

キーワード：Tektites, Glassy Substance, Craters, Meteorites, Natural Glasses

14 「ムオン・ノン型テクタイト」・「ボタン型テクタイト」の問題：多重衝撃

14.1 オーストラリア・アジアテクタイトの場合

オーストラリア・アジアテクタイトには土壌と層状に組み合わさった構造を持つものがあり、採取された土地の名から「ムオン・ノン型」と分類されている(図7)。そのような形になった理由の推測された例では、大気が

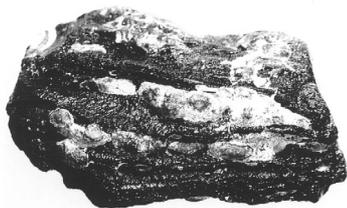


図7 「ムオン・ノン」型テクタイトの一例。長さは約60mm。

強熱されていて融液が着地時に十分低粘度であり、液滴が回転しつつ着地したこと^{33a)}、複数の隕石が同時に落下(多重衝撃)したこと^{33b)}、地下深くに発生した融液がこの型のテクタイトになった、などがある。

逆にムオン・ノン型の方が低温度条件であった^{33c),d)}、

多重衝突を考える必要がない^{33e)-g)}、とも議論された。

ムオン・ノン型は現地の米作農民の貯水池掘りや森の探索で得られたが、液滴型のものとは混じっていなかった^{33a)}。液滴型よりも隕石落下地点に近く分布するはずだとして、タイ/ラオス国境の南部を隕石の落下地点と推測している^{33e),g),h)}。

この型のテクタイトの存在量として $2\sim 20\text{g}/\text{m}^2$ というかなり大きい数字が挙げられた³³ⁱ⁾。

海南島で10kgを超える個体も見つかっている^{33j)}。

14.2 北アメリカテクタイトとモルダヴァイトの「ムオン・ノン型」

北アメリカテクタイトとモルダヴァイトにもムオン・ノン型があることも知られるようになった^{34a)-f)}。ただし理化学的に詳細に見るとオーストラリア・アジアテクタイトのそれとは同一といえないと論じられた^{34a)}。北アメリカテクタイトのムオン・ノン型のもがニュージャージーで見いだされ^{34b)}、この型は起源地に近い場所にあるはずだ、と論じられた(起源地がチェサピーク湾口と確定する以前である)。この型の方が液滴型よりも強く加熱されているという報告^{34c)}とその逆の報告^{34d)}とがある。

解説

モルダヴァイトの場合、ムオン・ノン型の方が起源地に近く低温で生成した、と論じられた^{34e)}。

14.3 「ボタン型テクタイト」

オーストラリア・アジアテクタイトにはフランジを持つ円盤型(ボタン型)がある(図8)。一旦地上から遥

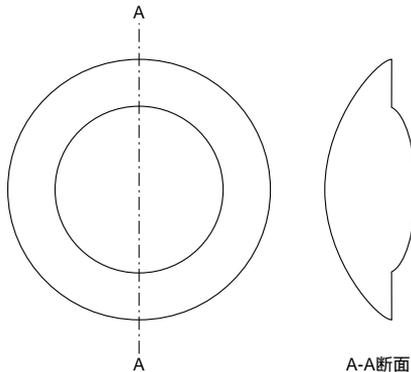


図8 ボタン型テクタイトの形の概念図

か高く放出されたものが大気圏へ再突入して空力加熱されたものであろう、と論じられた^{34f)}。

この場合、地表面下の深部から放出された大型のものかムオン・ノン型テクタイトになる、とされた。

インド洋の広域でボタン型のものが得られる。その再突入時の速度は7km/secであったと見積もられる^{34g)}。

15 衝撃鉱物の分布

隕石落下に際して、地殻の石英が衝撃の印象を残すシリカの高圧相結晶(コーザイト・スティショバイト)になったもの、溶融・ガラス化したもの(ルシャテリエライト)および高圧のために溶融せずにそのまま無定形になったもの(Thetomorphic glass)ができ、マイクロテクタイトと同じく広域に撒布される。

これらの存在を確認する試みがあった。

大西洋では衝撃石英が頻繁に見つかっており^{35a)-f)}、最初は北アメリカテクタイト関連とチクフルブ関連との区別に注意されなかった^{35a)}が、その後には後者関連のものが特に豊富に存在することが知られた^{35b)-g)}。

オーストラリア・アジアテクタイトの撒布域では、インドシナ半島から2000km以内の部分に衝撃石英とコーザイトが共存しており(33 サンプル中7 サンプ

ル)、このうち3 サンプルがスティショバイトも含んでいた。残りの26 サンプルは衝撃鉱物を含まなかった。衝撃石英だけ、コーザイトだけを含むものもなかった^{35a)}(図9)。

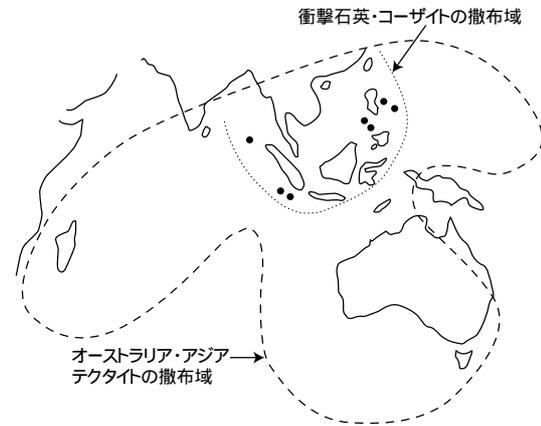


図9 東南アジア海域の衝撃鉱物が認められた位置(黒丸)

象牙海岸テクタイトの場合は衝撃鉱物は見つからなかった^{35h)}。隕石が小さかった、衝撃鉱物を採集できる海が隕石孔から遠くにある、などの理由が考察された。ルシャテリエライトは多い^{35a)}ので、石英粒は十分にあったのだ、と論じられた。

16 「ヒーリング(癒し)パワー」

鉱物・石に人の心を癒す力があるという考え方が広められている。鉱物科学的には意味がないと思うが、それらの存在・形・色を見て人の精神が影響されることはあり得る。ヒーリングパワーを唱える人達が黒曜石/テクタイトをどう理解しているか、目にした例を記す。

- ① オブシディアン(黒曜石)/テクタイト
石器時代に矢尻に使われたのが黒曜石(オブシディアン)、隕石が地表にぶつかってできたのがテクタイト、ともに古い時代の記憶に繋がる。
- ② 同上
シリカガラスの一種。両者はいずれもガラス質である。
- ③ テクタイトは一時期月から来たという隕石説があったが今では隕石が地表とぶつかったショックで、地上岩石が溶けてできたものと考えられている。イン

ドネシアには大量にあり、バケツ一杯いくらで売っている。

- ④ チェコに出る緑色透明のモルダヴァイトははるかに貴重である。石器時代から飾りものに利用され、今では小粒のものしか拾うことができない。モルダウ地方にのみ分布するので、モルダヴァイトの名前が付いた。ドイツに巨大隕石が落下した時にできたものであろうとされている。
- ⑤ ティクタイト（隕石）：幸運の石、宇宙のパワーを秘めた石
- ⑥ モルダヴァイト（隕石）：宇宙のパワー・覚醒・輪廻転生の問題解決・過去のトラウマ
- ⑦ 黒曜石はヒーリングに使われている。石器時代と現代とを結びつける石の代表格である。この石を手にして太古に思いを馳せるのも面白い。
- ⑧ オブシディアン：攻撃・才能開花・積極性を発揮・痔に効果あり。

テクタイトは隕石である、と認識されている例が依然多い。

東京工業大学の地球史資料館では

- ・「テクタイト」：中国・広東省茂名。ガラス質飛来物。
- ・「モルダバイト」：隕石衝突によって溶けた岩石が再び固化してできるガラス質の塊（テクタイトの一種）。透明な緑色が特徴。

と表現されていて、説明を簡単にするために不十分になったうらみがある。

鉱物結晶の規則正しい原子配列が触媒作用で炭素化合物を合成し、生物発生のための化学的準備をした、という考え方がある³⁶⁾。テクタイトは生物発生には比較的縁遠い鉱物と言うことになる。

17 リース・ケッセル

モルダヴァイトの起源隕石孔の地形は「リース・ケッセル」と表現されている。「ケッセル・Kessel」はナベ・カマ・ヤカン・ポイラ・ナベアナ・山に囲まれた谷底・噴火口、などの意味がある。この地形がモルダヴァイトの起源隕石孔の探索・同定の手がかりになった。ボーリングにより地質が調査された（図 10）^{37a)}。

この隕石孔は標高数百メートルの地域にできている。直径約 25km の外輪地形と直径約 10km の内輪地形がある。



図 10 リースケッセルの地質断面概略図

隕石落下前の地質は、結晶質の基盤岩（石灰岩か？）の上に 500m の厚さに堆積岩が覆ったもので、隕石落下により孔の周囲に基盤岩塊が持ち上げられて内輪地形（直径 10km 弱）を作った。孔の下部にはスウェヴァイトが、その上には湖成層があって孔を満たす。放出された角礫とスウェヴァイトとが堆積して直径約 25km の外輪地形を作った。これは比高 100 ないし 200m の周壁となっている。角礫は「Bunte Breccia (bunte= 美しい、彩りのある (ドイツ語), breccia= 角礫 (イタリア語起源の地質学用語。ドイツ語綴りは「Brekzie」)」と表現され、「クレーターを作る一次的な放出物と二次的な降下物」から成ると説明されている。写真からは結晶質基盤岩がガラス質・セメント様質などで結合されたものようである。これとほぼ同じものがチェサピーク湾にもあると報告されている（前記^{26f)}）。

リースの地形は石灰分に富む原地質の上であり、外輪の一部では石灰岩の採掘とセメント製造が行われている。内輪地形は浸食が進み不明瞭で、散在する起伏になっている部分が多い。

リースでは今は外輪壁の南部が欠けていて、地形も此处で急傾斜で低くなり、水の排出経路になっている。その一部では傾斜した地形が断ち切れ、断面に結晶質基盤の岩脈らしいものが露出して見える部分があった。鉄道も自動車道路もこの部分を使って南から登ってくる。

外輪壁を横切って四つの川が流れ込み、一つに合流して南の外輪壁を渡る。これらの川の源流はマイン河支流域と隣り合う。南へ流れた水は山麓のドナウヴェルトの町でドナウ川に入る。

外輪壁の比高は高くとも 200m 程度なので、100 万分の 1 の地図では輪状構造は表示されない。

かつては湖水が外輪上部に近い水準まで満ちていた。また北方にポーデン湖に近い面積の堰き止め湖ができており、南のドナウ川は西へ流れていたり、天変地異に

解説

掛けることの「桑滄の変」プラス「滄桑の変」，と言うべき経過を辿ってきた^{37b)-c)}。

内部にはネルトリンゲン (Nördlingen) の町がある。「ノルトリンゲン」の方が現地の発音に近い，という意見があるが「ネルトリンゲン」で十分に通ずる。ケッセル内と外部とは自動車道路と鉄道で通じていて，自動車の交通は頻繁である。

18 厚い「輪」の城

この町は厚い煉瓦の城壁で囲まれている。城壁は三十年戦争 (1618-1648 A.D. 新教国/旧教国勢力の争い) を含む三百年にわたる多数回の苛烈な包囲・攻防戦の時期を経て現状に達したもので，直径は1km くらいかと思われる。現在でも，一部修理中で欠けている部分があるが，街を完全に包んでおり，壁の中の回廊を伝わって街を一周できる (図 11)。壁には望楼が幾つも作られ，途中にレストランもある。城門の一つは中世の雰囲気をいくらか漂わせている (図 12)。

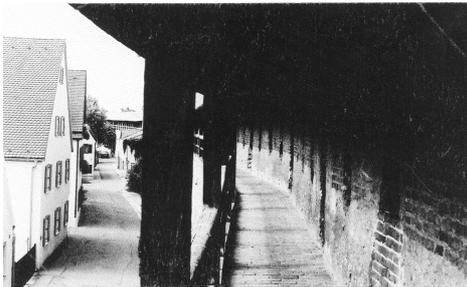


図 11 ネルトリンゲンの城壁内の回廊から城内側を見る。

この街はいわゆる「ロマンチック街道 (Romantische Strasse)」に属していて，商業・飲食業・宿泊設備の多い町である。また季節によるのかも知れないが，フランクフルトとミュンヘンとを入り口として，ピュルツブルグ・ハイデルベルグ・ハイルブロン・アウグスブルグ・ネルトリンゲンなどの町々を結ぶバス便が運行されている。「街道」は南のオーストリア領 (インスブルックなど) へも伸びている。

また城壁の外の新開発地域には，ドイツの新興ファッション・ブランド「ガブリエレ・シュトレーレによる『シュトレネス』」が本拠を置いている。ブランド名はシュトレーレと「ジュネス (若さ: フランス語)」と

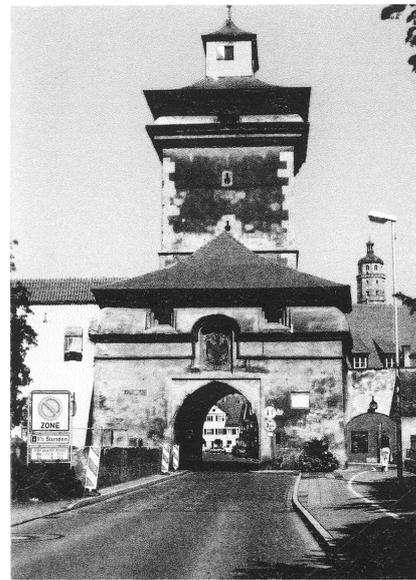


図 12 ネルトリンゲンの城門の一つ図

の合成である。

旅行前に調べた地図ではネルトリンゲンに鉄道が通っていないので，アプローチに時間も費用もかかると予想したが，南方に当たるドナウヴェルトの駅へ着くと，鉄道があり，簡単に街に着いた。

街に着いたのは金曜日の午後であったためか，城郭内は歩く人，店が露天に出したテーブルで食事する人，路上駐車する自動車で大変な混雑であり，さすがロマンチック街道！，と感心するばかりであった。二，三のホテルを訪ねたが，泊まれない。城壁の外にあるホテルを見つけて，宿泊する事ができた。

翌朝城内を訪ねると，閑散として人影も車の影もない。人々はまだホテルで寝ているのか，教会へ行っているのか，とも思うが，それらしくもない。商店も全く閉じられている。客は古城のホテルで一夜を楽しみ，早朝に次の目的地へ一斉に旅立った，としか思えなかった。

しかし昼頃には人通りがあり食堂が開いて，昼食には差し支えがなかった。

城壁の内部の建物は古いにしても，新しく補修したものが多と思うが，普通の住宅は白ないし淡色の壁に赤い瓦屋根を乗せて (図 13)，中世風を連想させるものが多く，たとえば地下駐車場への入り口でも，周囲に比べて違和感がないような形になっている。しかし大きい建物では濃色の壁もある。

城壁の塔の一つが「城壁 (Mauer) 博物館」になっ



図 13 ネルトリンゲンの街並みの一例



図 14 城壁博物館から眺めた状況。長い屋根は城壁のもの。地平線に当たる場所は針葉樹が密生した外輪地形である。

ていて、町と城の歴史についての展示をしている。説明が詳しいが、ドイツ語なので急いでは十分には読めない。歴代の城主（女性も複数含まれる）について、武器・防具・軍装について、また攻囲戦の状況の模型展示がある。

塔の高いところへ登ってケッセルの周囲の黒い壁（外輪地形）を見渡すことができる（図 14）。ただし教会の塔の方がもっと高い（図 15）。

教会にスウェヴァイトが使われていると聞いていたが、筆者の方に経験が無かったのでそうと確信できなかった。しかし博物館の図録^{37b),c)}でも「使っている」と記しているので、信じてよいだろう（図 15）。

外輪壁が黒く見えるのは針葉樹が密生しているためである。日光を樹冠の中に導入して吸収する率が広葉樹よ



図 15 ネルトリンゲンの教会の塔。スウェヴァイトを使っているとのこと。

り大きいいためか、黒味が濃い、と感じた。

城壁外の平地から見ると、周囲の黒い外輪壁（外輪地形）が見えるが、その一部は残った内輪地形の高まりで隠される。

泊まったホテルの勘定書を帰国後に調べていると、名前が「HOTEL AM RING」であることに気付いた。「RING」は城郭/外輪壁の一方、おそらく城郭を指すのであろうか。「Grosse Kreisstadt Nörtlingen（大きな輪の街ネルトリンゲン）」と言う表現がある。

「リースクレーター博物館」^{37b)}があるが、当時はそのことを知らなかったので訪ねなかった。

西南方約 35km の所に直径 3.5km 位の隕石孔とその中の街シュタインハイムがある。年代がリースと同じで、リース隕石が大気突入時に分裂して二個の隕石孔を作ったのかも知れないと言われる。ここにもシュトゥットガルト博物館の分館としての隕石博物館³⁸⁾がある。

[参考文献]

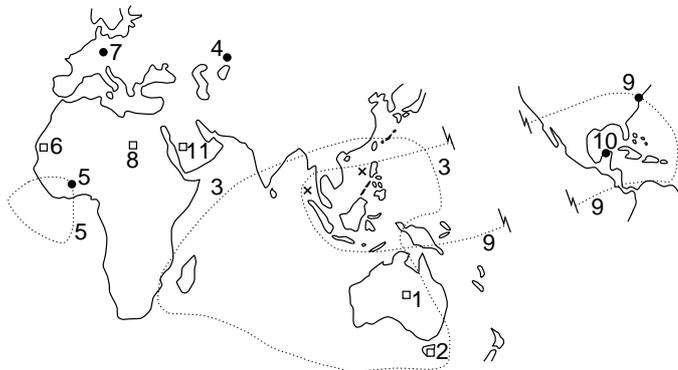
- 29) 三畳紀末の絶滅
 - a) J. P. Hodych, *Geology*, **20** [1] p.51 (1992)
 - b) P. E. Olsen 他, 文献 11), p.585
- 30) 始新世末の絶滅
 - a) N. McLeod, 文献 11), p.595
 - b) A. Montanari, 文献 11), p.607
 - c) G. Keller 他, *Meteoritics*, **22** [1] p.25 (1987); **22** [1] p.61 (1987)

解説

- d) B. P. Glass, *Meteoritics*, **22** [3] p.265 (1987)
- e) K. A. Farley 他, *Science*, **280** p.1250 (1988)
- 31) D. Jablonski, 文献 14), p.1
- 32) 大量絶滅
 - a) M.R.Rampino 他, 文献 14), p.11
 - b) L. ベッカー, 海保 邦夫 訳 「C60 が語る巨大隕石衝突と大量絶滅」別冊日経サイエンス, 「異説・定説 生命の起源と進化」 p.66 (2003)
 - c) L. F. Jansa 他, 文献 11), p.223
- 33) 「ムオン・ノン型」オーストラリア・アジアテクタイト
 - a) J. T. Wasson 他, *J. Geophys. Res.*, **100** [E7] p.14383 (1995)
 - b) J. T. Wasson, *Earth Planet. Sci. Letters*, **102** [2] p.95 (1991)
 - c) C. Koeberl, *Tectonophysics*, **171**, [1-4] p.405 (1990)
 - d) T. M. Clark 他, 「メスバウアー効果に関する国際会議」 **50** p.145 (1996)
 - e) P. S. Fisk 他, *Meteor. Planet. Sci.*, **31** p.42 (1996)
 - f) B. P. Glass, *Meteoritics*, **24** [3] p.143 (1989)
 - g) C. C. Schnetzler 他, *Meteoritics*, **27** [2] p.154 (1992)
 - h) C. Koeberl, 文献 8), p.133
 - i) P. S. Fisk, *Meteor. Planet. Sci.*, **31** [1] p.36 (1996)
 - j) D. S. Futrell 他, *Meteoritics*, **28** [1] p.136 (1993)
- 34) その他のムオン・ノン型テクタイト
 - a) C. Koeberl, *J. Geophys. Res.*, **91** [B13] p.E253 (1986)
 - b) C. Koeberl, *Earth Planet. Sci. Letters*, **87** [3] p.286 (1988)
 - c) C. Koeberl, *Geochim. cosmochim. acta*, **59** [19] p.4071 (1995)
 - d) T. M. Clark 他, 「メスバウアー法の適用に関する国際会議報告」 p.745 (1995); 「メスバウアー効果に関する国際会議」 **50** p.145 (1996)
- e) C. Koeberl, *Tectonophysics*, **171** [1-4] p.405 (1990)
- f) C. Koeberl, 文献 8), p.133
- g) B. P. Glass, *Meteor. Planet. Sci.*, **31** [3] p.365 (1990)
- 35) 衝撃鉱物と衝撃ガラス
 - a) B. P. Glass, *Geology*, **21** p.435 (1993)
 - b) W. Alvarez, *Geology*, **20** [8] p.697 (1992); *Science*, **269** [5226] p.930 (1995)
 - c) H. Leroux, *Earth Planet. Sci. Letters*, **131** [3-4] p.255 (1995)
 - d) F. J. -M. R. Maurrasse, *Science*, **252** [5013] p.1690 (1991)
 - e) B. F. Bohor, *Tectonophysics*, **171** [1-4] p.359 (1990)
 - f) H. Sigurdson 他, *Nature*, **349** p.482 (1991)
 - g) G. A. Izett, 文献 12)
 - h) C. Koeberl, *Geochim. Cosmochim. Acta*, **62** [12] p.2179 (1998)
- 36) R. M. ハーゼン, 矢追 拓郎 訳, 「深海底の鉱物が育んだ生命」, 32b) と同じ . p.28
- 37) リース隕石孔
 - a) H. Newson 他, 文献 11), p.195
 - b) C. Poeges 他著, P. Scherer 他訳, *The Ries Crater Museum Nördlingen*, Museum Guide, Dr. Friedlich Pfeil 発行 (1997)
 - c) R.Huetter 他著, *Wanderungen in die Erdgeschichte* (10) *Meteoritenkrater Nördlinger Ries*, Dr. Friedlich Pfeil 発行 (2003)
- 38) R. Huetter 他著, *Der Steinheim Meteorkrater*, Dr.Friedlich Pfeil 発行 (2002)

2004年12月号に関するお詫びと訂正

本誌2004年12月号66ページの図2中に番号の付け違いがありましたので お詫びして下記のように訂正致します .



9 8,10 9,11 10と訂正致します .上図が正しい図です .