

テクタイト -クレーターと河と街-(1)

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

1 隕石・テクタイト・大絶滅 —研究史のあらずじ—

「テクタイト」は地球上の幾つかの限定された地域（撒布域）で小片・礫・塊などの形で発見されるケイ酸塩ガラス質（非晶質）の鉱物である。その成因が永く解明されず「謎の石」とされていた。

これらは溶融した粘液が固まったような形をしているので、ギリシャ語の「融ける」という言葉から「テクタイト」と名付けられた（図1）。テクタイトは広域の地表や地層中に散在して得られるが、鉱脈・鉱床の形のものが見つからないので、地球上に撒布されたものと考えられた。しかし他方で、含水量が極端に小さいので、地球の火山から噴出した溶岩が起源のガラス質の石（黒曜石・普通1桁のパーセントの水を含む）ではない、とも早くから判断されていた。

含水量が少ないことは、融けていたときには真空か、または火山溶岩の温度を大幅に超える超高温の環境にあったことを示す、と考えられた。この段階で想定された成因は、

- ① 月の「火山」から放出されたガラス質の岩石（黒曜石）である。
- ② 月に隕石が衝突して高温状態が現れ、岩石が融液となって放出された。



図1 テクタイト・衝撃ガラスの幾つか

1：種類不明．ロサンジェルス市グリフィス天文台のショップで購入したもの．この他のものは鉱物標本として購入した．2：「中国南部のもの」，3：「オーストラリア・アジアテクタイト」，4：「リビヤ砂漠ガラス」，5：「モルダヴァイト」

- ③ 地球上に隕石が衝突して、超高温状態が現れ、岩石が融けて放出された。

の三つであった。

アポロ計画で宇宙飛行士が月に着陸し（アポロ11号、1969年）て岩石や砂を持ち帰ると、月火山説・月隕石説は否定された。

月の「火山」は隕石孔であったが、他方で月表面の

解説

地質が玄武岩質（酸化鉄・マグネシアの含有量が多い）であることが判明した．そのため月火山起源説も月への隕石落下説もともに否定された．テクタイトと黒曜石はともに流紋岩質（酸化鉄・マグネシアが少なくシリカ・アルミナが多い）だからである．

その後の研究で，地球上でテクタイトの起源隕石孔が同定される例が現れ，地球上への隕石落下によりテクタイトが作られ，放出・撒布された，と認められた．その年代は理化学的な方法で決定された（図2，表1）．

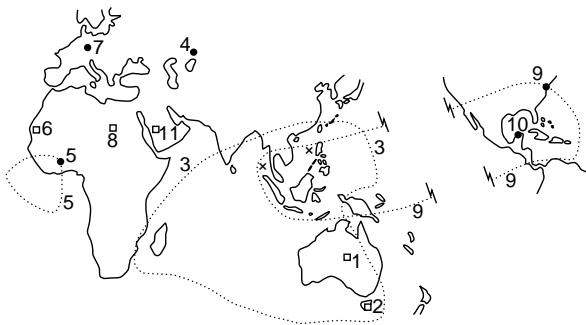


図2 : テクタイトの起源隕石孔，●：衝撃ガラスの起源隕石孔，点線：マイクロテクタイトの撒布域，x：北アメリカマイクロテクタイト確認地，数字は第1表と共通する．

テクタイトの幾つかは，その撒布域の海底の地層中に直径が1ミリメートル以下の微小なガラス球を伴っていることが知られた．この微小球の名には，流星塵中の微小ガラス球を指す「マイクロテクタイト」という言葉が流用された．海底で発見されるのは，陸地では見つけにくいからだ．と考えられる．

しかし陸地でもテクタイトに伴うマイクロテクタイトが見つかる例がでてきて，テクタイトとマイクロテクタイトとが同じイベントでできるものだ，と認められた．

北アメリカテクタイトとオーストラリア・アジアテクタイトに伴うマイクロテクタイトの撒布域は特に広い（図2）．

隕石は大気突入時の衝撃で破壊し，複数の塊に分裂して地上に達することが多い．ヘンベリーガラス（表1）の起源隕石孔は五つに分かれている．古代のものでも，同年代で近接した隕石孔があると，双子の隕石ではなかったか，と論じられる（後記．リースクレーター・チェサピーク湾口など）．

本誌（当時は「ニュー・セラミックス」誌）1994年8～11月号に「地史・考古・天文学へのガラス解析技術の適用」を掲載して頂いた．そのうちの10月号をテク

タイトに充てた．永い期間にわたる多くの研究者による多面的な研究と議論を経て，テクタイトが隕石の落下に伴う高温状態のもとでできたガラス質の石である，ということがほぼ結論になったことを述べた．

テクタイトについては，なおまた別の形で「the glass」誌第37号（1995年．現在は廃刊）「やさしいガラス講座26 天然ガラス（2）」に記した．

当時は，中生代白亜紀/新生代第三紀境界（「K/T境界」．「C/T境界」とも．6500万年前．「白亜紀末」/「新生代始め」でもある（図2）．K,C=Kreta;Creta;白亜土，ヨーロッパに分布し，生物遺骸殻を含み白い．T=Tertiary: 新生代第三紀）の，恐竜をはじめとする多くの生物の「大絶滅」の原因が隕石の落下による，という学説がL.W. および W.Alvarezにより提出されていて，その論拠の一つが絶滅の時期に当る地層のテクタイト（表1の「ハイチ・キューバテクタイト」）とマイクロテクタイトの存在である（図3）ことを述べた．

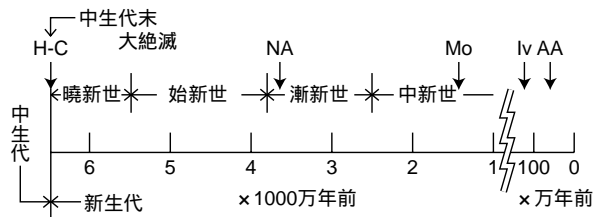


図3 中生代末以降の地質年代区分とテクタイト形成の時期．

H-C：ハイチ・キューバテクタイト，NA：北アメリカテクタイト，Mo：モルダヴァイト，Iv：象牙海岸テクタイト，AA：オーストラリア・アジアテクタイト

それらの起源隕石孔として，重力分布の異常と石油探査のために得ていたボーリングコアとから想定されたところの，メキシコ，ユカタン半島の北岸近くに埋まる地形がそれと想定されていた．

テクタイトは生成時期に超高温・脱ガス過程を経ているため，カリウム-アルゴン法やフィッシュトラック法（前報参照）などにより生成年代を決めることができ，そのために多くの情報を与える，ということが研究上の利点である．中国南部で旧石器と共存していたテクタイトにより石器の年代（80万年前）を決めて，石器の年代・形式がアフリカの「アシュレアン型」と呼ばれる石器のものに近い，と議論した報告がある¹⁾．

しかしテクタイト自体の生成過程については，まだ論議の余地が残っている．例えばテクタイトが，融液の飛

表 1 テクタイト・衝撃ガラスと関連するマイクロテクタイト・隕石孔及び形成の年代

番号 (図 2 参照)	テクタイト	衝撃ガラス	隕石孔	マイクロ テクタイト	年代 (万年前)
1		ヘンベリーガラス	ヘンベリー 隕石孔 (豪)	伴う	0.4
2		ダーウィンガラス	ダーウィン山 近く (タスマニヤ)		70
3	オーストラリア・ アジアテクタイト		未発見? カンボジア?	伴う	70
4	イルギツァイト	ザマンシナイト	サマンシン構造 (北カザフスタン)	伴う	約 70
5	象牙海岸テクタイト	スウェヴァイト	ボスムトゥイ 隕石孔 (ガーナ)	伴う	130
6		アウエルールガラス	アウエルール 隕石孔 (西アフリカ)		400
7	モルダヴァイト	スウェヴァイト	リースケッセル (南ドイツ)	伴う	1500
8		リビア砂漠ガラス	エジプト南部か?		2800
9	北アメリカテクタイト		チェサピーク 湾口	伴う	3500
10	ハイチ・キューバ・ メキシコテクタイト		ユカタン半島 北部	伴う	6500
11		ワパールガラス	アラビア半島北部		?
12	南ウラルガラス		?		?

散で生じた、プラズマ化した物質の凝縮でできた、隕石前面の高温・高圧 (10000 °C, 600GPa) の圧縮空気層で地表の岩石が溶融・蒸発・飛散・固化してテクタイトになった^{2a)}, 反対に落下過程の後期に放出される比較的冷たいジェットから作られた³⁾, または蒸気と融液との協同作用がある^{4a)}, 落下地点の土壌の含水量と熱伝導率がテクタイトができるかどうかに関連する^{4b)}, など複数の考えがある。

また生物の絶滅については、絶滅が急激に起きたのではなく、長い年代を要したので、隕石落下が直接原因でない、という意見が生物・古生物関係の人々の間で強いように見える⁵⁾。従って各地の博物館の展示では、この見方にも言及している場合が多い。隕石の落下が、中生代から新生代に変わるような超長期的気候・環境変化を起こしうるのか、も気になる。

日本ではテクタイトが賦存しないためか、外国で行われたものを含めての研究の数⁶⁾が少ないが、テクタイトの撒布域であるヨーロッパ・米国では研究が多い。ただし成因確定後の報告の主題・内容はそれ以前とは異なっていると感ずる。

地質年代のうちの新生代 (6500 万年前から現在まで) 内でテクタイトが作られた年代を図 3 に記す。地質時

代は化石生物種の急変を根拠に細分されるので、年代の境が隕石の落下年代と一致し、隕石の落下が生物の「大絶滅」を引き起こした、と論じられることが多い。図 3 の範囲でも、キューバ・ハイチテクタイトと白亜期末の大絶滅・北アメリカテクタイトと始新世/漸新世境界、とがそれぞれ年代的に一致する、という議論がある。

2 「衝撃ガラス・スウェヴァイト」

テクタイトとは別に、隕石が落下したときにその運動エネルギーが熱に転化し、自身と周囲の岩石を溶かしてガラス化させたものが「衝撃ガラス (表 1. 鉱物名として「スウェヴァイト」と表記される場合がある)」として隕石孔にできており、また周囲に飛散している例がある。幾つかのテクタイトでは、その起源隕石孔とその近傍に存在する衝撃ガラスが同定されている。

他方で「衝撃ガラス」に分類されたものでも、ゾルゲル過程によりできた、との異論がある例 (リビア砂漠ガラス) がある。これは成分に SiO₂ が 100% 近く含まれ透明度が高い (図 1)。

解説

3 次段階の研究

このような研究の進展とともに、国際情勢の緩和に助けられたのか、隕石孔や撒布域の地形・地質の実地調査と探査・資料採集が実行され、また既採集のボーリングコア（深海底掘削計画によるものと石油探査の目的で掘ったもの）や地質資料の再検討もあって、起源隕石孔が同定され、あるいは新しいテクタイト、新しい撒布地域が付け加えられた。

また逆に、隕石孔を数え上げ、それぞれに同期する生物絶滅現象の有無が調べられた。

比較的新しい年代に関しては、海底からのコアで、微化石により年代と「大絶滅」・「小絶滅」の同期の有無とを判断できる。

それらの隕石孔としてアイオワのマンソン隕石孔（K/T 絶滅と年代が近い）、カナダ・デボン島のホートン隕石孔（古生代・3.6 億年前。デボン紀末に相当する）、ケベックのマクニーガン隕石孔（中生代・2.15 億年前。三畳紀/ジュラ紀境界に相当する）が挙げられた（7a),7b),8）。

次に、ハイチ・キューバ・カリブ海域での地質とテクタイト・マイクロテクタイトが、大絶滅との関連で多く研究された。特に L. W. 及び W. Alvarez^{9a)} はメキシコの研究者たちとも協力して活動した。此の地域は北アメリカテクタイトの撒布域とも見られており、また白亜期末の隕石衝撃によるテクタイト・マイクロテクタイトの生成域でもあるので、研究の初期には混同された例があり、対象のテクタイト・マイクロテクタイトがどちらに起源を持つかの確認が研究の前提になった。

他方でカリブ海よりも南方にあるバルバドス諸島は北アメリカテクタイトの撒布域に含まれると認められた（後記）。

このような研究の経過は彼自身の著書（和訳書^{9b)}がある）に詳しい。

マイクロテクタイトの撒布域は、既採集のボーリングコアの調査・判断の精粗によるので流動的であるが、特に広く見積もった例を図 2^{10a)} に掲げる。これによれば、オーストラリア・アジアマイクロテクタイトの撒布域が沖縄県南部を含み、西はアフリカ東岸に達している。これは地球表面の 1/10 に相当する。また北アメリカマイクロテクタイトの撒布域がインド洋に達し、地球を半周している、と述べられた。

図 2 中でインドシナ半島付近の二つの × 印は北アメリカマイクロテクタイトが認められた所であるが、原報

では太平洋中にも三ヶ所にこの印がある。これらの場合、マイクロテクタイトがどちらに属するかは年代から決めたが、一つのコアに二種類（北アメリカとオーストラリア・アジアの二つ）のマイクロテクタイトが共存する例はなかった

McHue^{10b)} も赤道太平洋で北アメリカマイクロテクタイトの存在を認めた。

これらを含むマイクロテクタイトの総量を評価した結果を表 2 に掲げる^{10a),c),d)}。微小なマイクロテクタイトも広域内の分布量は莫大であり（表 2）、研究者による評価量にも大差がある。

表 2 マイクロテクタイトの総量の評価（単位：Mt）

文献 報告年	文献 9a) 1994 年	文献 9b) 1979 年	文献 9c) 1990 年
オーストラリア・アジア テクタイト関連	2000?	100	100
ヨーロッパ中央部 (モルダヴァイト関連)	57		
象牙海岸テクタイト関連	20	20	20
北アメリカテクタイト 関連	300~ 42000	1000~ 10000	1000

4 関連する研究

このような研究状況の一部として、下記のような米国地質学協会の特別論文集が纏められた：

- ・論文集第 247 号 地球史の中の世界的かつ破滅的な災害-衝撃・火山・大量絶滅 (1990)¹¹⁾
- ・論文集第 249 号 コロラド・ニューメキシコなどの白亜紀/第三紀境界層 (1990)¹²⁾
- ・論文集第 293 号 巨大隕石の衝突と惑星の進化 (1994)⁸⁾
- ・論文集第 302 号 アイオワのマンソン隕石孔の解析 (1996)¹³⁾
- ・論文集第 307 号 地球史の中の白亜紀/第三紀境界のイベントとその他の破滅的な災害 (1996)¹⁴⁾

これらは本稿を纏めるのに特に役立った。本稿では主として前稿以後の研究について記す。

5 シューメーカー・レヴィ第九彗星以後

前稿の知見はおおよそ 1992 年以前の文献に基づいているが、1991 年には「大絶滅」の起源隕石孔をメキシコ・ユカタン半島のチクフルブ（「チュクシュルブ」・「チチュルブ」など多くの表記もある）に埋もれている隕石孔と判断した報告が出ている。

また連載の直前（1994 年 7 月）には、20 個ほどに分裂したシューメーカー・レヴィ第 9 彗星の核が木星に次々と衝突することが観察された。これらはその後のテクタイト研究にも影響を与えたように見える。

たとえばテクタイトの成因に彗星核の衝突も考える^{15a)–f)}、一つのテクタイトの起源を隕石の多重衝突または複数の隕石孔を作る衝突だと考える^{16a)–d)}、白亜紀末の「大絶滅」とは違う超古代に起きた大絶滅（図 2）の原因も隕石の落下によるものとして、その隕石孔を探し、推測・同定し、その地層からガラス球またはその風化生成物である粘土の球粒をみつける^{14),17a)–e)}、などの内容の報告が出てきた。

この彗星の発見者の一人シューメーカーが米国アリゾナの「バリンジャー隕石孔」や南ドイツの「リースケッセル（後記）」で石英の高圧相結晶コーザイトを検出し（バリンジャー隕石孔では 1960 年・天然コーザイトの初発見である）、これらの地形を隕石孔と同定して、テクタイトの成因論争に一つの劃期を与えた研究者であったことは、不思議な因縁と感じられる。同博士は 1997 年にオーストラリアの隕石孔の調査中に交通事故で死去された。

起源隕石孔がまだ決まらないテクタイトの起源隕石孔の探索・議論は引き続いている。発見数の少ないテクタイト様試料（ウレンゴアイト・南ウラルガラス）に関する報告がある¹⁸⁾、天体（隕石・小惑星・彗星）衝突と「大絶滅」に関する図書の出版が非常に多くなり、その中には隕石による大絶滅と「起源隕石孔 = チクフルブ」説とを提唱した W. Alvarez 自身のもの（前記）も含まれる。映画としても隕石衝突を扱ったもの（「ディープ・インパクト」・「アルマゲドン」）が発表された。

また前稿で挙げたもの以外の幾つかのテクタイトや、既知のテクタイトの新しく知られた撒布域^{19a)–i)}、起源隕石孔（チクフルブ^{20a)}・ボスムトゥイ^{20b)–d)}、ザマンシン構造^{20d),e)}、リース・スケッセル^{20f)}）の地質構造の詳細などが報告された。これには国際情勢の変化に伴って、各地での探索・研究・試料入手と、研究情報の公開が進んだことが関係しているように思われる。

これと関係するのかどうか、数年前から「リビヤ砂漠ガラス（リビヤでなくエジプトの奥地産とも言われる）」が国際ミネラルフェアに出品されるようになった。モルダヴァイトの小破片が大量に出品・販売され始めた。また南中国産のテクタイトも同じ頃から出品されている。

比較的透明度の良いモルダヴァイトとリビヤ砂漠ガラスはファセットを作るように磨かれて貴石扱いで販売されるものもある。

「ミネラルフェア」出品物の品名・原産地記載は 100% 正確とは言えないと思うが、筆者の所見として記しておく。

地球への隕石・彗星の衝突が現実味を帯びて意識されたのか、地球に衝突する恐れのある彗星・小惑星・隕石を早期に見つけようとするプロジェクトが発足し、衝突の確率を計算し、衝突の恐れがある天体を発見し、その軌道を精密に測定・予測し、地球への衝突を避ける方法が議論されている。

また、地球での大絶滅には数千万年の周期があるとして、その原因となる彗星のシャワー的衝突には、太陽と連星を作る恒星「ネメシス（未確認である。名はギリシャ神話の災厄の女神から来ている）」の重力が影響しているとして、太陽系の近くにある筈の、年周視差が大きいくて、暗いため未知・未発見の恒星の中から候補を捜そう、という提案があった^{15e)}。

6 年代測定

隕石の落下に伴い高熱が発生し、テクタイトができて飛散する。マイクロテクタイトが伴うこともある。隕石孔内やその周辺には「衝撃ガラス」ができる。この時に、テクタイト・衝撃ガラス・マイクロテクタイトとも超高温での溶融・脱ガス過程を経たから、その年代を知ることができる。

しかし実際には生成時に希ガス含有量が零でないこと、カリウム 40 以外に起源を持つアルゴン 40 があること、などが誤差の原因になる。サンプルをあらかじめ原子炉中で中性子照射しておいたり、アルゴン 40 を抽出する時にサンプルを段階的加熱スケジュールに従ってレーザー加熱したり、アルゴンの他の同位元素も同時に計量したりして、誤差を補償する方法が開発された。またこれらの方法では同時に岩石中の結晶粒ごと、ガラス粒ごとの年代を決められる。この方法は、2 万年前までの比較的新しい資料の年代を測ることと、他方で中生代末（6500 万年前）の「大絶滅」に伴うマイクロテクタ

解説

イトの形成年代を統計誤差 10 万年の精度で決めることができる。チクフルブの隕石落下時に生成したと考えられるテクタイト・マイクロテクタイト・衝撃ガラスの年代がこのバラツキの範囲内で一致して、チクフルブでの大隕石の衝突が確かな事実らしいと認められた^{20a)}。

同じように、ハイチ・キューバ地域で見いだされるテクタイト・マイクロテクタイトは、研究上の曲折を経た(後記)が、北アメリカテクタイト(年代は 3500 万年前^{21a),b)}ではなく、チクフルブでの大衝突に際してできたものと結論された(前記)。

(続く)

[参考文献]

- 1) Y. Hou, *Science*, **278** [5485], p.1622 (2000)
- 2) V. Bouska, "Moldavite-The Czech Tektites" Stylizace, Prague (1994)
 - a) 同書 p.49, b) 同書 p.11, c) 同書 p.15, d) 同書 p.39,
 - e) 同書 p.38, f) 同書 p.40
- 3) H. Newson, *Geological Soc. Amer. Special Papers*, **No.247** p.195 (1990)
- 4) テクタイト形成の条件
 - a) A. M. Vickery, *Icarus*, **105** p.441 (1993)
 - b) J. T. Wasson, *J. Geophys. Res.*, **98** [E2] p.3043 (1998)
- 5) 小島 郁生,「恐竜はなぜ滅んだか?」岩波書店 (1990)
- 6) 日本人の研究者
 - a) K. Matsubara, *Meteoritics*, **26** p.217 (1993)
 - b) T. Matsuda, *Meteor. Planet. Sci.*, **31** p.273 (1996)
- 7) 隕石の衝突
 - a) 大隕石衝撃と惑星進化の国際会議 (1992)
 - b) J. P. Hodych, *Geology*, **20** p.51 (1992)
- 8) 米国地質学協会特別論文集 第 293 号,「巨大隕石の衝突と惑星の進化」(1994)
- 9) Alvarez の絶滅説
 - a) L. W. Alvatez, *Science*, **208** p.1095 (1980)
 - b) W. Alvarez 著, 川奈 左知 訳「絶滅のクレーター-T・レックス最後の日」新評論 (1997)
- 10) マイクロテクタイトの分布
 - a) B. P. Glass 他, 第 10 回月・惑星国際会議, p.2535 (1979)
 - b) C. M. G. McHue 他, *Earth Planet. Sci. Lettters*, **160** [3-4] 353 (1998)
 - c) C. Koeberl 文献 8) p.133
 - d) B. P. Glass, *Tectonophysics*, **171** [1-4] p.393 (1990)
- 11) 米国地質学協会特別論文集 第 247 号,「地球史の中の世界的かつ破滅的な災害」(1990)
- 12) 米国地質学協会特別論文集 第 249 号,「コロラド, ニューメキシコの白亜紀/第三紀境界」(1990)
- 13) 米国地質学協会特別論文集 第 302 号,「アイオワ州のマンソン隕石孔の構造: 衝撃クレーターの地質解析」(1996)
- 14) 米国地質学協会特別論文集 第 307 号,「地球史の中の白亜紀/第三紀境界のイベントとその他の破滅的な災害」(1996)
- 15) 彗星の衝突説
 - a) L. F. Jansa 他, 文献 11), p.223
 - b) E. M. Shoemaker 他, 文献 11), p.155
 - c) C. Koeberl, 文献 8), p.133
 - d) P. R. Weissman, 文献 11), p.171
 - e) S. Perlmutter 他, 文献 11), p.87
 - f) K.A. Farley 他, *Science*, **280** p.1250 (1988)
- 16) 隕石・彗星核の多重衝突
 - a) J. T. Wasson, *Earth Planet. Sci. Letters*, **102** p.95 (1991)
 - b) J. T. Wasson, *J. Geophys. Res.*, **100** [E7] p.14383 (1995)
 - c) P. S. Fisk, *Meteor. Planet. Sci.*, **31** p.42(1996)
 - d) A. Montanari, 文献 11), p.607
- 17) 衝突・大絶滅説
 - a) P. Claeys, *Science*, **257** [5073] p.1102(1992); *Earth Planet. Sci.*, **122** [3-4] p.303 (1994)
 - b) J. P. Hodych, *Geology*, **20** [1] p.51 (1992)
 - c) P. E. Olsen, 文献 11), p.585
 - d) N. MacLeod, 文献 11), p.595
 - e) K. Wang, 文献 8), p.111
- 18) A. Deutsh, *Meteor. Planet. Sci.*, **32** [5] p.679 (1997)
- 19) 新しく報告された撒布域
 - a) T. Meisel, *Meteor. Planet. Sci.*, **32** [4] p.493(1997)
 - b) M. Storr, *Geochim Cosmochim. Acta*, **56** [7] p.2937 (1992)
 - c) Zheng Hong-Han 他, *Chim. Sci. Bull.*, **35** [17] p.1465 (1990)
 - d) R. A. Dunlap, *Hyperfine Interaction*, **110** [3-4] p.217 (1997)
 - e) Zhang Bao-Min, *Chim. Sci. Bull.*, **37** [9] p.1647 (1992)
 - f) Kun Wang, *Science*, **256** p.1547 (1992)
 - g) M. S. Prasad, *Meteoritics*, **29** [1] p.66 (1994)
 - h) B. P. Glass, *Meteor. Planet. Sci.*, **31** [3] p.365 (1996)
 - i) R. F. Fudali, *Meteoritics*, **26** [2] p.153 (1991)
- 20) テクタイトの「起源隕石孔」の調査
 - a) C. C. Swisher 他, *Science*, **257** p.954 (1992)
 - b) C. Koeberl 他, *Geochim. Cosmochim. Acta* **62** [12] p.2179 (1998); *Geology*, **26** [6] p.543 (1998)
 - c) R. Bottomley 他, *Geochim. Cosmochim. Acta*, **61** [8] p.1745 (1997)
 - d) J. B. Garvin, 文献 8), p.249
 - e) E. P. Izokh, *Sov. Geology Geophys.*, **32** [4] p.1 (1991)
 - f) H. Newson 他, 文献 11), p.195