

1 Marc-André Gutscher, 2005, Destruction of Atlantis by a great earthquake and  
2 tsunami? A geological analysis of the Spartel Bank hypothesis. *Geology*, 33, p.  
3 685-688

4 大地震と津波によるアトランティスの破壊？ スパルテル・バンク仮説の地質学的分析

## 5 6 要約

7 プラトンが記したアトランティスとジブラルタル海峡西部に位置する沈んだ島(スパル  
8 テル)には、多くの地理的類似点がある。プラトンの対話篇では、約1万1600年前に激しい  
9 地震と洪水によって一昼夜で島が水没した天変地異が語られている。この突然の災害は、  
10 1755年にカディス湾で起きた津波の遡上高が10mに達した時のような、巨大地震(>M 8.5)  
11 と津波に一致する。堆積物の記録によると、カディス湾では1.5-2千年の周期でM 8-9の  
12 巨大地震と津波が発生している。1万2000年前と推定される異常な厚さのタービダイトが、  
13 プラトンの記述にある災害と一致する可能性がある。ここでは、最近取得された高分解能の  
14 水深測定データから決定された、スパルテルの沈んだ島の詳細な形態を報告する。1万1600  
15 年前にこの島に人が居住した可能性について、新たな海底地形図に基づいて議論する。

## 16 17 はじめに

18 近年、古代文化に深く根ざした伝説や神話の起源を地質学的現象から説明しようとする  
19 試みがなされている。ギリシャのデルフィにあるアポロン神殿では、断層活動と炭化水素  
20 ガスの放出があったことが証明され、神託に影響を与えたと古文書で報告されている  
21 (Piccardi, 2000; de Boer et al., 2001)。イリウム(トロイ)の古い港の古地理を、現代  
22 の堆積学的手法で調査し(Kraft et al., 2003)、そしてホメロスの記述と非常に良く対応  
23 していることが明らかになった。繰り返される大洪水の物語(例えば、ギルガメッシュ叙  
24 事詩、ギリシャ神話、旧約聖書の創世記など)は、紀元前5,500年頃にボスポラス海峡の水  
25 路が決壊した時に、黒海沿岸の集落が壊滅的に浸水したことに關すると解釈されてきた  
26 (Ryan and Pitman, 1998; Lericolais, 2001)。複数の著者が、出エジプト記(旧約聖書)  
27 にある記述は紀元前1600年頃、ギリシャのサントリーニ島(テラ島)の大噴火に起因すると  
28 する説があり、その降灰がエジプトにおける「暗闇の災い」の原因となった可能性がある  
29 と指摘している(Stanley and Sheng, 1986; Bruins and van der Pflucht, 1996)。

30 文明の衰退や消滅といった考古学的な大変動は深刻な自然災害(例えば、火山噴火ある  
31 いはまた地震)が原因であるとされてきた。紀元前1200年頃の東地中海における多くの都  
32 市の放棄あるいは破壊の一部は、活動的なプレート境界沿いの一連の破壊的な地震(M>

33 6.5)によるものと考えられている(Nur and Cline, 2000). サントリーニ島のカルデラと  
34 島の崩壊により, 多量の火山灰が降下し(Stanley and Sheng, 1986), 巨大な津波を発生  
35 させ(McCoy and Heiken, 2000), ミノア文明を崩壊させたとされている. この出来事がア  
36 トランティス伝説に影響を与えたと考える地質学者や考古学者もいる(Galanopolous and  
37 Bacon, 1969).

38 ジブラルタル海峡西部にある古い島間の地理的類似性, すなわち2万年前から1万1000年  
39 前の最終氷期最盛期(LGM)中とその直後に存在したということが議論されている(Collina-  
40 Girard, 2001). 海水面の上昇によって徐々に浸水していったことがアトランティス伝説  
41 の根拠となっている可能性が提案され(Collina-Girard, 2001), また, この地域で強い地  
42 震(Lisbon, 1755)が発生したことも指摘されている(Collina-Girard, 2001). 本論文の目  
43 的は, カディス湾とジブラルタル海峡のテクトニクスと古地震学に関する新しい証拠と照  
44 らし合わせて, このスパルテル・バンク仮説を検証することである(Gutscher et al.,  
45 2002; Gutscher, 2004). スパルテル・バンクにおける新しい高分解能水深測定データを  
46 提示し, 1万4000年前から9000年前の間のこの沈んだ島における人の居住の可能性につい  
47 て検討した.

48

#### 49 プラトンとアトランティスの地理と年表

50 古代アトランティス文化を記述した現存する最古の文献は, プラトンの対話篇 *The*  
51 *Timaeus* と *The Critias* (Plato, 360 B.C.)であり, その中でスパルテル・バンク仮説とア  
52 トランティスの突然の滅亡に関連する地理的・年代的な重要な詳細が記載されている. こ  
53 ころでは最も重要な要素のみを要約している; スパルテル・バンク仮説に関する広範な議論は  
54 Collina-Girard (2001, 2003, 2004)から得られる.

55 プラトンの年表によると, アトランティスの滅亡は約1万1600年前とされ, サイスのエ  
56 ジプト人神官がソロンにこの物語を語る約9000年前である(ソロンは紀元前600年頃に生  
57 きていた; プラトンは紀元前420年から340年頃まで生きていた). ジブラルタル海峡の先  
58 の大西洋にある, 小さな島が記されている(Fig. 1A), 「この力は大西洋から生じた…あなた  
59 方がヘラクレスの柱と呼ぶ海峡の前に位置する島があった」. その島の中心までの距離は50  
60 stadia, つまり~7.5 kmとされている(1 stadia=150 m). *The Timaeus*では, 突然の破壊  
61 が描写されている: 「激しい地震と洪水が起こり, 不幸なことに, 一昼夜にして, 戦争好き  
62 な男たちはみな一様に地中に沈み, アトランティス島も同様に海の底に消えてしまった. そ  
63 のため, その地方の海は通れず, 入り込めない, なぜなら泥の浅瀬があるためである; これ  
64 は島の沈降によるものである」.

65

## 66 海水準変動とスバルテル・バンク仮説

67 最終氷期最盛期(LGM, 20-15 ka)の間, 汎世界的海水準は, 現在より 130-100 m 低く, 1 万  
68 1000 年前までに-50 m まで上昇した(Labeyrie et al., 1987; Bard et al., 1996) (Fig.  
69 1B). 海面は約 1 万 2500 年前から 1 万 1500 年前までは-65 m でほぼ一定であった(Bard et  
70 al., 1996). このような汎世界的海水準変動の原因は後氷期の始まりの氷床融解のためで  
71 ある.

72 ジブラルタル海峡の西側では, 海面から 50 m 以内にある浅瀬があり, 1 万 1000 年前以前  
73 は島であった(Collina-Girard, 2001). これらの沈んだ島のうち最大のもの5-6 km の大  
74 きさで, かつて人が住んでいた沈没島の候補である可能性がある (Fig. 1C). 海面低下によ  
75 る古海岸線への影響とジブラルタル海峡西部の島々の存在は, アトランティス伝説の起源  
76 となり得るものとして, 盛んに議論されている(Collina-Girard, 2001, 2003, 2004). この  
77 浸水現象が 6000 年にわたって(文字記録が出現するまで)口伝された可能性も議論されてい  
78 る(Collina-Girard, 2001, 2003, 2004). これらの研究で示されたスバルテル・バンク仮説  
79 は, 数世紀にわたる浸水による漸進的な破壊を強調するものであった(1 世紀あたり 4 m の  
80 海面上昇による). しかし, プラトンが描いた(一昼夜での)突然の天変地異は, 大災害を必  
81 要とする.

82

## 83 地域テクトニクスと古地震学

84 1755 年 11 月 1 日, リスボン地震(推定 Mw8.5-9)が発生し, イベリア半島南西部およびモ  
85 ロッコ北西部を襲った(Johnston, 1996; Gutscher, 2004) (Fig. 2). カディス(スペイン)  
86 とタンジェ(モロッコ)で観測された震度は I=7 であり, ジブラルタル海峡の西側でも同様  
87 の震度が観測された(Martinez-Solares et al., 1979; Levret, 1991). この津波により,  
88 カディス湾地域は壊滅的な被害を受け, イベリア半島南西部やモロッコ北西部の港湾都市  
89 では 5 m を超える遡上高が報告されている(Baptista et al., 1998) (Fig. 2).

90 最近の研究によってカディス湾とジブラルタル海峡の下に活発な沈み込み帯が存在する  
91 ことを裏付ける証拠が見つかり(Gutscher et al., 2002; Gutscher, 2004), 長期的な巨大  
92 地震のリスクがあることが挙げられた(Fig. 3). 潜在的な地震発生地帯は, 平均寸法が 180  
93 × 210 km と推定され, Mw 8.6-8.8 の地震を発生させることが可能であり, その周期は 1-  
94 2 千年である(Gutscher et al., 2005). 沈み込み源の津波モデリングは, 東部カディス湾  
95 からジブラルタル海峡にかけての地域に強い波が集中し, 波高が増幅されることを示して  
96 いる(Gutscher et al., 2005). このことは, 近隣の都市で観測された異常な波高(カディス

97 で 15 m, タンジェで 17 m) の歴史的な報告とも一致する (Baptista et al., 1998).

98 カディス湾地域の 2 つの異なる堆積学的データから, 大地震と津波が 1.5-2 千年の周期  
99 で発生することが示唆された. カディス近郊のラグーンにおける粗粒の津波堆積物は 1755  
100 年の地震と相関があり, 砂州の障壁を乗り越えるために津波の高さが  $>0.6$  m であったこと  
101 を示している (Luque et al., 2001). より古い粗粒の津波堆積物は紀元前 200 年とされて  
102 おり, したがって 2000 年周期であることが示唆されている (Luque et al., 2001). 馬蹄形  
103 の深海平原の堆積物コア (Lebreiro et al., 1997) は, 1 万 2000 年前以降に 8 つの大きなター  
104 ビダイトがあることを示し, 過去の巨大地震の指標となる可能性がある (Fig. 3). 最も新  
105 しいタービダイト (H1) は厚さ 10-25 cm で, 1755 年の地震と同時期と推定される (Thomson  
106 and Weaver, 1994). もしタービダイトが巨大地震の歴史を記録しているとするれば, その繰  
107 り返し時間は  $\sim 1.5$  千年であることが示唆される (Gutscher, 2004). タービダイト H8 は,  
108 平均の厚さが 50-120 cm, 総体積は  $5.8 \text{ km}^3$  と推定される (Lebreiro et al., 1997) (Fig.  
109 3). このタービダイトは, 後氷期シリーズの中で最も厚く, 年代は 1 万 2500 年前と推定さ  
110 れる (Lebreiro et al., 1997). 比較として, 1755 年のリスボン地震に伴うタービダイトの  
111 体積は  $\sim 1 \text{ km}^3$  であることを記す.

112

#### 113 スパルテルの沈んだ島からの新しい海底地形データ

114 2003 年 7 月, スパルテルの沈んだ島から高解像度の水深データを R/V Le Suroit で取得  
115 した (Fig. 4). 水深 130 m の等深線 (最終氷期の最低海面, 約 2,000 年前) の地点に, 長さ  
116 6.5 km (ENE-WSW), 幅 4 km の島が存在していた (Fig. 5). 以前の研究で, あまり正確でない  
117 水路図や航海図に基づいて示唆された長さ 14 km の島よりもはるかに小さい (Collina-  
118 Girard, 2001, 2004).

119 島の西部と南部は最も平坦な地形で, 現在では水深  $\sim 120$  m の段丘の様相を呈しており,  
120 長期にわたる海水準低下を記録している可能性がある. 島の山脈は水深  $\sim 60-90$  m にある  
121 ENE-Trending の海嶺であり, 第二の形態学的な台地の南西に位置している. これらの高地  
122 の地層の露頭にわずかに平行に湾曲したバンドが記録されており, 外側のベティコ山系と  
123 リーフ山脈の異地性の単元の, フリッシュ堆積物である可能性がある. 水深 120 m から 100  
124 m の等深線は, 長さ  $\sim 5$  km の縮小した島を囲み, 地中海に面した東側の湾を持つ (Figs. 4  
125 and 5). 90 m と 80 m の等深線は散在する群島を定義しており, それらは数百 m 以下の幅し  
126 かなかく, 岩稜のみからなるので人が住むには適していないようである (Fig. 5). そのため,  
127 海水準変動のみを仮定すると, スパルテル島は遅くとも 1 万 3000 年前には波が押し寄せる  
128 ような岩だらけの小島になっていたと思われる (Fig. 5).

129

130 **議論**

131 最も驚くべき偶然の一致の一つは、プラトンが描いた災害のタイプ(激しい地震と洪水が  
132 一昼夜で起こった)は巨大地震( $M > 8$ )に関係した突然の(壊滅的な)破壊を正確に描写して  
133 いることである。1755年に発生した津波は~24時間も続き(Baptista *et al.*, 1998), 2004  
134 年12月26日にインド洋で発生した津波でも同様のことが発生した。プラトンが物語の舞  
135 台に選んだ地域でこのタイプの地震や津波が発生したことは、単なる偶然ではないように  
136 思われる。

137 カディス湾-ジブラルタル海峡の地域は、東に傾いた沈み込み帯の上であり(Gutscher *et*  
138 *al.*, 2002), 固着した地震発生帯が広く、巨大地震の繰り返し周期(2000年)が長いことが  
139 特徴である(Gutscher, 2004)。沈み込み帯は局所的に強い隆起と強い沈降が起こる環境で  
140 ある。カスケード前弧での巨大地震発生による沈降は0.5-2 mと報告されており(Clague,  
141 1997), 1964年のアラスカ地震では1-2 mの沈降が観測された(Holdahl and Sauber, 1994)。  
142 2004年12月に発生したスマトラ島沖地震では、津波による浸食と局所的な地震による沈降  
143 の複合的な影響により、海岸線が大きく変化した。海拔の低い島々の一部は水没した。スパ  
144 ルテル島は、Betic-Rif山地帯の前地に位置する。ジブラルタル海峡のスペイン側沿岸に露  
145 出する鮮新世-第四紀の海成段丘の土地の研究から、~1 mm/yrの速度での内陸部のBetic-  
146 Rif山地帯の隆起(Zazo *et al.*, 1999)と、前地地域での沈降が活発に続いていることが示  
147 唆されている。

148 海水準変動のみを仮定すると、スパルテル島は1万1600年前には居住できなくなってい  
149 たとされる(大きさ<500 m程度の岩の小島に縮小していたため; Fig. 5参照)。この島が  
150 プラトンの対話篇で記された時代に居住可能であるには、その海水準変動から少なくとも  
151 40 m以上の地殻の沈降があったはずである(平均沈降速度は3.5 mm/yr)。このようなシナ  
152 リオでは、水深100 mの等深線は約1万1600年前の古海岸線に相当する(Fig. 5)。40 mの  
153 沈降は、過去1万2000年間に発生した8回(タービダイトの記録で示された地震の回数)の  
154 それぞれの巨大地震のうち、~5 m程度の地震による地殻変動で説明できる可能性がある。  
155 この沈降量は同程度のテクトニクス環境(カスケード, アラスカ)で知られているものより  
156 も大きい。しかし、それ以外の地殻断層が存在する可能性について説明する。ギリシャのコ  
157 リント湾のような、急速に沈降する地域や構造学的に活発である地域(Armijo *et al.*,  
158 1996)は、現代の沈降速度が>5 mm/yrになることがある。

159 約1万1600年前の地震が例外的に大きかったとすると、馬蹄型の深海平原で発見された  
160 タービダイトH8が厚いことから示唆されるように(Fig. 3), 10 mにも及ぶ地盤の沈降が発

161 生した可能性がある。加えて高さ 10 m の津波の影響を考慮すると (Fig. 2), 前の海水面か  
162 ら 20 m 以内はすべて消滅したことになる。島が突然 10 m も海中に沈んだ後, 残った岩の  
163 小島は, 以前の東向きの湾を持つ全長 5 km の島とは似ても似つかない姿になったと考えら  
164 れる (Fig. 5)。海水準の上昇と地震による沈降の複合的原因によって, 数千年以内に残りの  
165 島も完全に水没してしまうと考えられる。

166

## 167 結論

168 スパルテル・バンクで取得された高分解能水深測定データによると, 130 m 等深線上で  
169 6.5 km×3.4 km の小さな島であり, これまでの研究 (Collina-Girard, 2001, 2003, 2004)  
170 で報告された全長 15 km の島よりもかなり小さいことが判明した。さらに, 海水準変動のみ  
171 を仮定すると, スパルテル島は 1 万 1600 年前の時点では居住できない状態であっただろう  
172 (大きさ < 500 m の 2 つの岩の小島であったため)。このように, これらの新しい水深測定デ  
173 ータは, 単純に考えると, スパルテル・バンク仮説を確証するものではない; むしろ, その  
174 可能性を極めて低くする。しかし, 巨大地震に伴う強い地殻変動による沈降と巨大津波によ  
175 る突然の災害を考慮すると, スパルテル・バンク仮説は成り立つかもしれない。プラトンが  
176 記した天変地異は, ジブラルタル海峡の地質学的・構造発達史と一致するが, このことはア  
177 トランティスがかつて存在したことを意味するものではない。単に, この話が地質学的に妥  
178 当であることを意味している。約 1 万 2000 年前, スパルテル島に人が住んでいたのだろうか?  
179 か? という疑問は残る。その答えを得るためには, この地域の海底を詳細に調査し, 建造  
180 物や遺物の痕跡を探す必要があるだろう。

181

182 松野由奈・北村晃寿