

4 震生湖形成の地球科学的背景

箱根町企画課箱根ジオパーク推進室
かさまともひろ
笠間友博

はじめに

震生湖は、大正 12 年 (1923) 9 月 1 日に発生した大正関東地震の揺れによって中村川上流の市木沢^{いちぎざわ}左岸が崩れ、土砂が沢を埋めて形成された堰止湖^{せきとめこ}です。

日本は地震国であり、火山国でもあります。国土地理院ウェブページ (https://www.gsi.go.jp/kikaku/tenkei_top.html) によると、火山による堰止湖は、富士五湖など 14 地域に 24 ありますが、地震による堰止湖は、震生湖、柳久保池 (善光寺地震)、自然湖 (長野県西部地震) の 3 つのみです。理由は、火山の場合は堰き止めている火山性堆積物から地質学的に証明できますが、地震の場合では堰き止めに関わる特有の堆積物というものが無く、目撃記録が存在しないと立証が難しいからです。震生湖は当時の人々に形成を目撃され、ほぼそのままの状態を保っている貴重な地球科学的遺産と言えます。

ところで、生物に関しては絶滅危惧種、レッドデータなど、その重要性が広く人々の間で共有されていますが、地球科学的な対象物については、重要性の認識そのものが普及されていない現状があります。そのような中で震生湖が国の登録記念物になったことは、とても意義深いことです。地震は大きな被害を引き起こすため、災害や防災と結び付けて語られることがほとんどです。これらはとても重要ですが、地震は地球科学的に見ると大規模な土地の変化であり、その一部、人間生活との接点に災害があります。広く地震を理解するには、土地の変化を知る必要があります。その意味においても、震生湖は重要な現場になっています。

プレート境界と震生湖の位置～形成に関わる 2 つの地球科学的背景～

3 つの地震による堰止湖のうち、後述するプレート境界型地震によるものは震生湖だけです。ここでは日本国の登録記念物として世界に発信できるよう、プレート運動の観点から震生湖を見ていくことにします。

地球をつくる物質は外側ほど軽く、一番外側の地殻はその下のマントルの上に浮いた状態でバランスを取っています。これをアイソスタシーと言います。大陸の地殻は軽く厚いので浮き上がりが強く、標高が高くなっています。一方、海洋の地殻は大陸に比べ重く薄いいため標高は低く、海に覆われています。プレート

とは、この地殻とマントル上部を合わせた厚さ約 100km の部分を指します。大陸を含むプレートには浮力がありますが、海洋のプレートは冷えて密度が増すと「沈み込み」という現象が起きます。互いに接近する大陸のプレートと海洋のプレートの境界では、海洋のプレートが大陸のプレートの下に沈み込みます。沈み込む場所ではアイソスタシーは成立せず、引きずり込まれることによって、海溝やトラフと呼ばれる特に低い溝状の地形をつくります。沈み込みの際には、プレートの上に積もった堆積物が沈み込まず取り残され、「付加体」という堆積物の塊を大陸のプレート側に成長させる場合もあります。



図1 本州南部の地質と震生湖の位置
(産総研地質図ナビ原図に加筆)

震生湖の周りを見てみましょう。図1は本州南部の地質図（産総研、地質図ナビ、<https://gbank.gsj.jp/geonavi/>）にプレートの境界を模式的に加筆したものです。震生湖や秦野市自体も、プレート境界近傍にあります。東から太平洋プレートが沈み込み、海溝（日本海溝～伊豆小笠原海溝）が形成されています。太平洋プレートの沈み込みは火山も形成し、富士山、箱根山など海溝と並行する火山列が北海道から小笠原諸島まで続きます。これは太平洋を囲むように存在する環太平洋火山帯の一部です。一方、南からはフィリピン海プレートが沈み込み、相模トラフと駿河トラフ～南海トラフが形成されています。本州の北米プレートとユーラシアプレートの境界は、フォッサマグナ西縁の糸魚川－静岡構造線と考えられています。甲府盆地の北で、地質図の構造が「八」の字になっているのが見て取れます。これは北上するフィリピン海プレートの、大陸の地殻がある伊豆・小笠原弧（図1の伊豆半島から南方に伸びる水深の浅い部分）に浮力があり、沈

み込めずに本州に衝突してできた変形構造と解釈されています。フィリピン海プレートは、相模トラフと駿河トラフ～南海トラフで沈み込む一方、その間の伊豆・小笠原弧は、浮力があり衝突するという複雑な動きをしています。



図2 伊豆半島周辺地域の地形と震生湖の位置
(神奈川県立生命の星・地球博物館宙瞰図に加筆)

図2はより狭い範囲を見えています。

フィリピン海プレートと北米プレートの境界は、相模トラフから足柄平野へ続き、概ね JR 御殿場線、東名高速、国道 246 号が通過する地形の低い所を通過し、富士山、愛鷹山付近の下を通り、駿河湾に抜けています。図3は相模湾の海底地形を俯瞰しています。大正関東地震は、フィリピン海プレートが相模トラフ（伊豆大島と三浦半島間の灰色の線）で北米プレートの下に沈み込んで起きた地震とされています。このような地震をプレート境界型地震あるいは海溝型地震と呼んでいます。

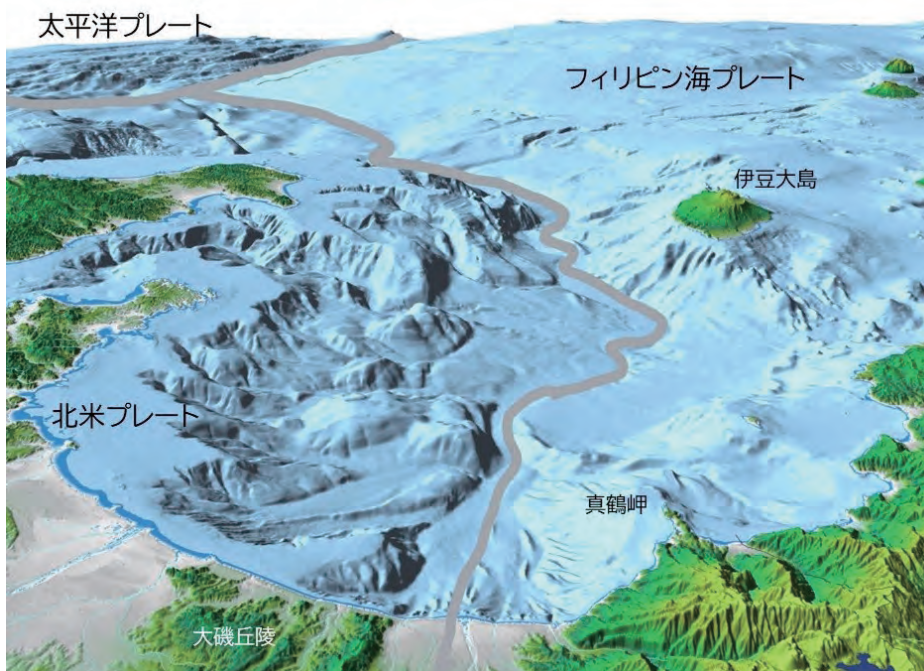


図3 相模湾の海底地形
(神奈川県立生命の星・地球博物館宙瞰図に加筆)

呼んでいます。震央（震源の真上の地点）は、気象庁によると足柄平野北部です。震源は揺れが最初に発生した場所に過ぎず、揺れの発生源は面的な広がりがあります。現在の震度階で震度7は、神奈川県南部から房総半島南部の広い範囲にわたり、震生湖付近は震度6強でした。

以上より、震生湖形成に関わる地球科学的背景を2つ挙げるすることができます。1つは、図1、図2で見たようにプレート境界のすぐ近くにあることです。大正関東地震の震央から震生湖までの距離は約7 kmしかありません。これはほぼプレート境界からの距離になります。沈み込んでいるフィリピン海プレートの深さは、震生湖直下では10 km未満と推定されています。このため、震生湖周辺はプレート境界型地震の強い揺れに見舞われています。プレートの沈み込みは、地震だけではなく土地の変化も引き起こしますが、これは後で述べます。

もう1つは、環太平洋火山帯の火山、富士山、箱根山の東側にあることです(図2)。噴火で放出される軽石や火山灰(以下、まとめて火山灰と呼びます)は、風で遠方に運ばれます。噴煙の高さが10 km程度以下の対流圏の噴火では、火山灰の行方は気圧配置に左右されますが、成層圏に及ぶ大規模噴火では、偏西風の影響で専ら火山の東側に運ばれます。このため震生湖周辺には富士山や箱根山の火山灰層(いわゆる関東ローム層)が厚く堆積しています。震生湖下流の市木沢は、これらの観察場所として有名です(上杉1976; 秦野市教育研究所1984など)。京都大学防災研究所、千木良雅弘教授(当時)らの研究(2017)では、ボーリング調査で明らかになった東京軽石層(写真1)と呼ばれる箱根山の大規模噴火の軽石層(約6万6千年前: 青木ほか2008)の標高と、震生湖を形成したすべり面の標高が一致する点から、侵食によって市木沢の谷内に露出した東京軽石層が弱線になって崩壊が生じ、震生湖が形成されたとしています(図4参照)。

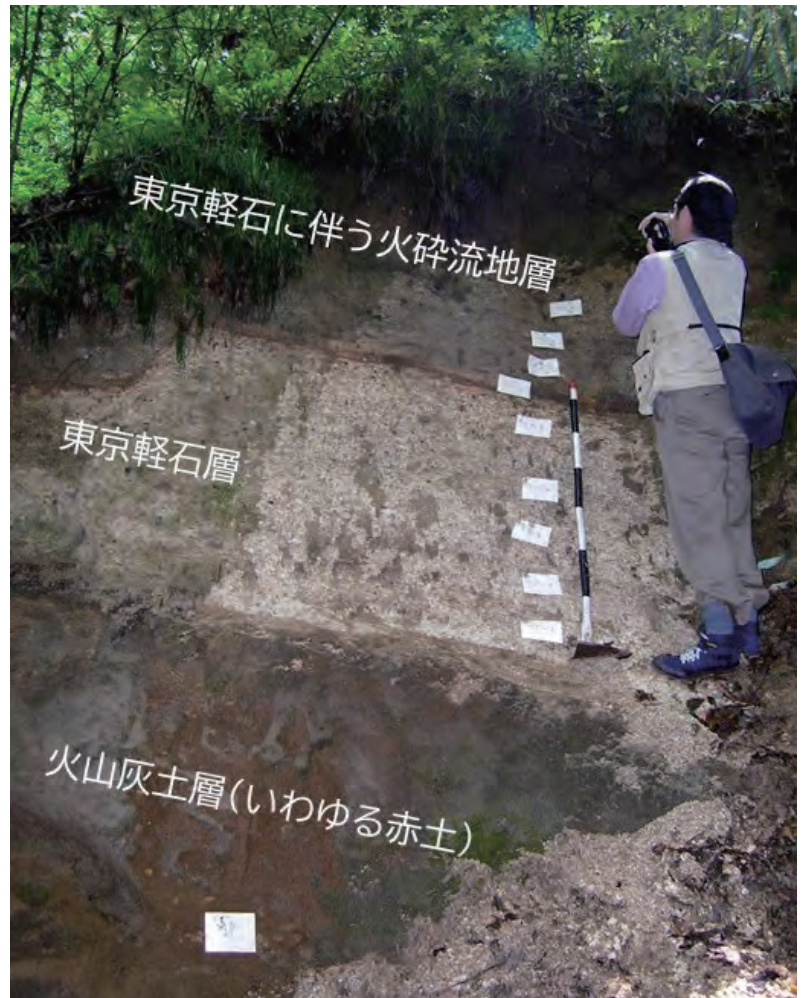


写真1 箱根山起源の東京軽石層
(市木沢 平成19年(2007) 筆者撮影)

図5は更に狭い範囲を見えています。秦野盆地の南側には大磯丘陵があります。丘陵は山地の隆起に伴って山地の周囲に形成される例が多いですが、大磯丘陵は

丹沢山地とは独立した丘陵です。四角形をしています。これは活断層に囲まれた地形と考えられていて、西は国府津-松田断層で足柄平野と、北は渋沢断層で秦野盆地と、東は金目川と伊勢原断層で相模平野と、南の直線的な海岸線も断層地形かも知れません。図5は、これらを模式的に表現しています。

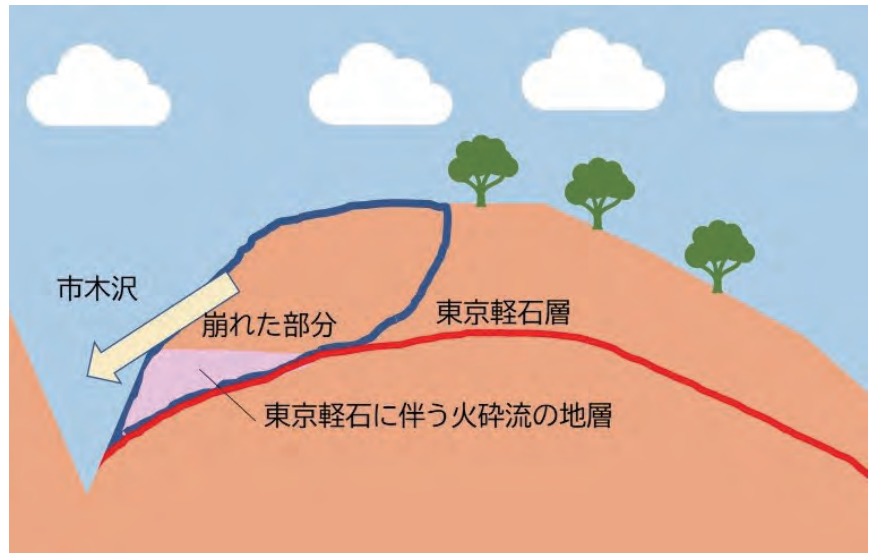


図4 震生湖形成の模式図
(千木良ほか 2017 を簡略化)

震生湖は渋沢断層の近くです。しかし大正関東地震では、これらの全ての断層に地表のズレは出現しませんでした。

図3を見ると、相模トラフの北東側（向かって左側）の海底に複雑な凹凸があります。これらの丘状の部分（海丘といいますが）は沖ノ山堆列と呼ばれ、海底にも大磯丘陵のような独立した丘陵群があることを示しています。これらは大磯

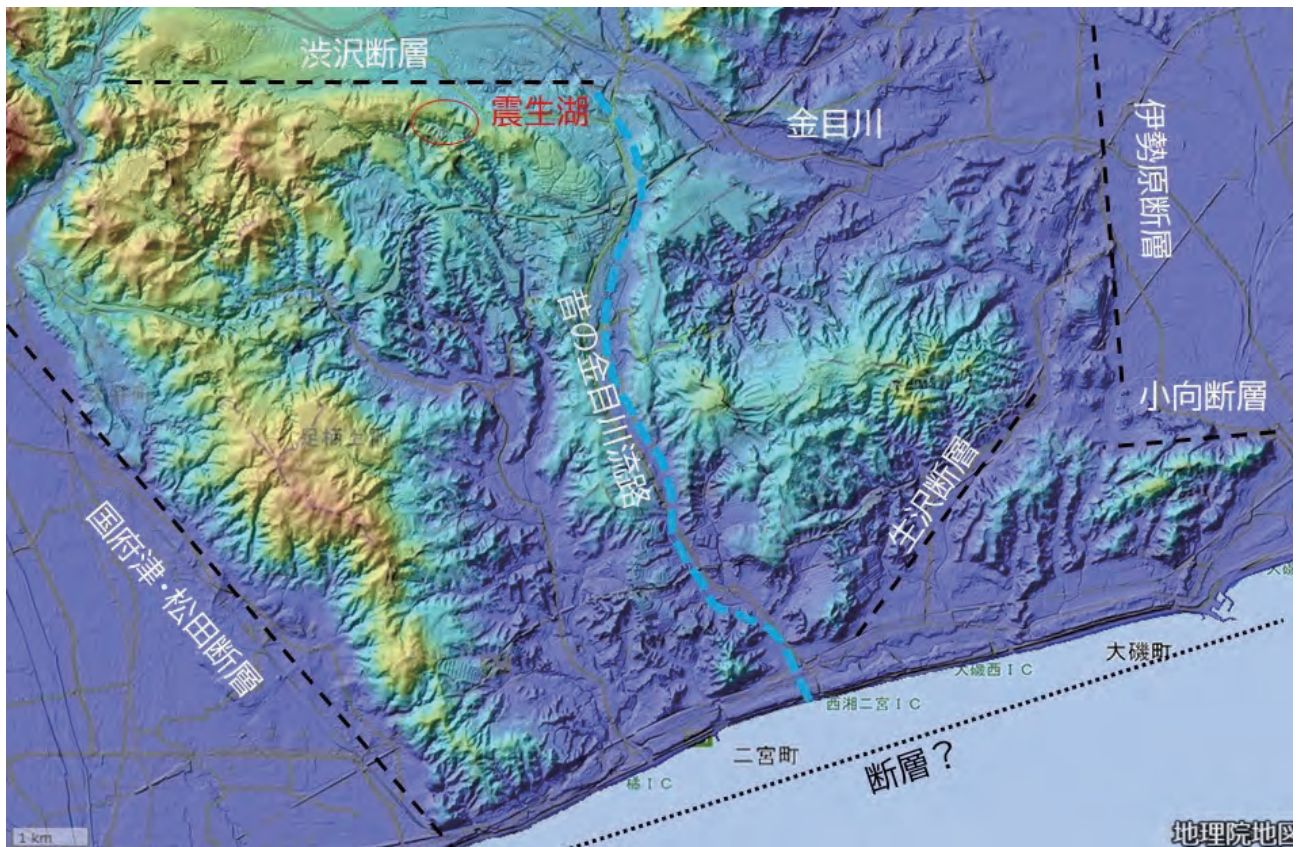


図5 大磯丘陵の地形図
(国土地理院地図に加筆)

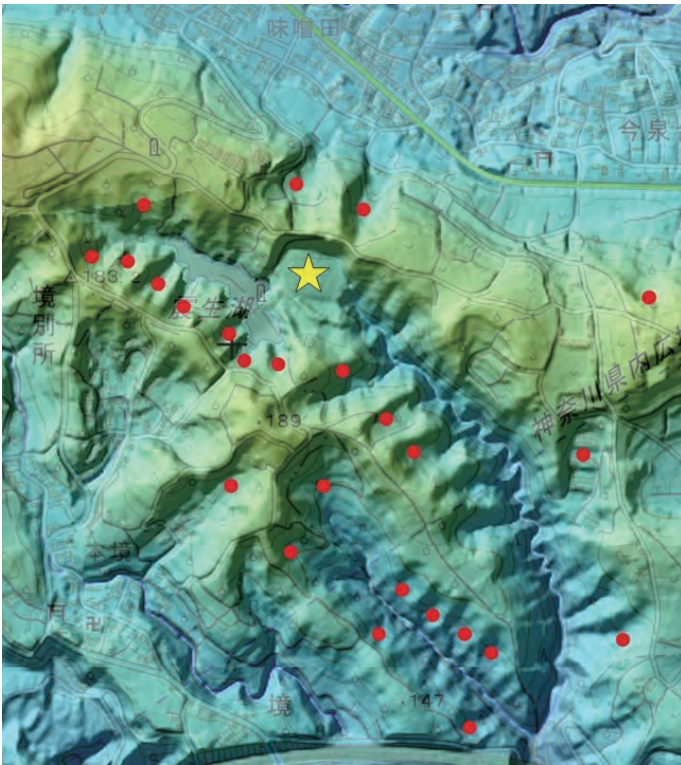


図6 震生湖周辺の崩壊地形（赤丸印）（千木良ほか 2017）、背景は国土地理院地図図を使用）、☆は震生湖形成の崩壊地形

丘陵も含め、相模トラフでのフィリピン海プレートの沈み込みによる付加体が、ブロック状に隆起、成長した地形と考えられています。秦野と二宮を結ぶ軽便鉄道のあった谷は、今の葛川の水量とは釣り合いに大きな谷で、昔の金目川の流路とされています（図5）。現在の迂回ルートになったのは東京軽石層の噴火後で、大磯丘陵は最近の数万年間で大きく隆起していることが分かっています。この活発な隆起運動により丘陵は高くなり、その結果侵食が進行し、深い谷を形成し、崩れやすい地形となっています。したがって、プレート境界型地震に伴う土地の変化

として、隆起と侵食も進行しています。

以上まとめると、次のようになります。震生湖はフィリピン海プレートと北米プレートの境界付近にあり、環太平洋火山帯のすぐ東にあります。火山灰層が厚く、プレートの沈み込みによる付加体の成長でそれらの隆起が進み、侵食作用で深い谷が刻まれ崩れやすくなり、プレート境界型地震の強い揺れで、谷に露出した大規模噴火の軽石層が弱線になって崩壊し、その土砂が沢を堰き止めて生じた湖となります。このように震生湖の形成は、この地域の地球科学的な特徴と深い関係があることが注目されます。したがって、その形成は偶然ではなく、同じようなことが過去に何度も発生していた可能性があります。実際、震生湖を形成した崩壊箇所と類似した地形が、震生湖下流側の市木沢やその南側の沢に多数存在することが指摘されています（千木良ほか 2017、図6 参照）。ただし、これらに堰止湖が一つもない事は、震生湖には保全管理が必要な事を示しているのかも知れません。

おわりに

現代において震生湖のような堰止湖が形成されれば、危険防止の観点から、早々工事が入り、壊されてコンクリートで覆われてしまうでしょう。震生湖は、大正という大らかな時代の産物とみることもできます。将来的には流入する土砂

や富士山の火山灰等で埋まって浅くなり、湖は消失する可能性があります。しかし、震生湖の価値は終わりではありません。震生湖の湖底堆積物は、起点が大正12年(1923)と明確であり、重要な環境記録を地層として残します。湖がなくなっても、この土地を人類の財産として永久に保存することを望みます。

参考文献

青木かおり・入野智久・大場忠道 2008 「鹿島沖海底コア MD01-2421 の後期更新世テフラ層序」『第四紀研究』47

千木良雅弘・笠間友博・鈴木毅彦・古木宏和 2017 「1923 年関東地震による震生湖地すべりの地質構造とその意義」『京都大学防災研究所年報』(60).

秦野市教育研究所 1984 『秦野盆地の地質』秦野市教育研究所研究紀要 (26)

上杉陽 1976 「大磯丘陵のテフラ」『関東の第四紀』(3)