

令和2年度

新潟大学理学部推薦入学試験

地質科学プログラム

小論文試験問題

注意事項

1. 開始の合図があるまでこの冊子を開いてはいけません。
2. 試験開始後、次のものが配布されているか確認してください。
問題冊子1部、解答用紙4枚、下書き用紙3枚
3. 問題は全部で2題あります。2題すべて解答してください。
各解答用紙に受験番号を記入してください。
4. 解答時間は、120分です。途中で退席することはできません。
5. 試験終了後、問題冊子と下書き用紙は各自持ち帰ってください。

I. プレートの沈み込み・地震と地下の温度との関係に関する下記1)～2)の文章と図1

～4を参照し、問1～問3に答えよ。

1) プレートの沈み込み境界と地震

固体地球の表面は、硬くて大きな10数枚のプレートによって覆われている。プレートは、厚さ100 km程度の板状の岩石からできている。隣り合うプレートのうち、片方がもう一方のプレートの下に沈み込む場合がある(図1)。この場合、隣り合うプレートの境界は沈み込み境界と呼ばれ、沈み込むプレートにもう一方のプレートが引きずられてたわむため、境界に沿って深い溝(海溝)が形成されている(図1)。プレートの沈み込み境界とその近傍の沈み込まれるプレートの縁辺部(図1:灰色部分)では、しばしば地震が起こっている。プレートの沈み込み境界では、その境界自身はずれ動いて地震(以下、海溝型地震)が発生する。海溝型地震に比べて、沈み込まれるプレートの縁辺部で発生する地震は小さい。沈み込み境界とその近傍に比べて、沈み込み境界から離れたプレートの内側では地震が少ない。

日本列島の大半は沈み込まれるプレートの縁辺部に位置し、地震が多発する場所である。日本列島の東側～南側を縁取るように存在する沈み込み境界では、巨大地震が発生する。

なお、本文章中における地震の大小とは、地震の震度ではなく、マグニチュードのことである。

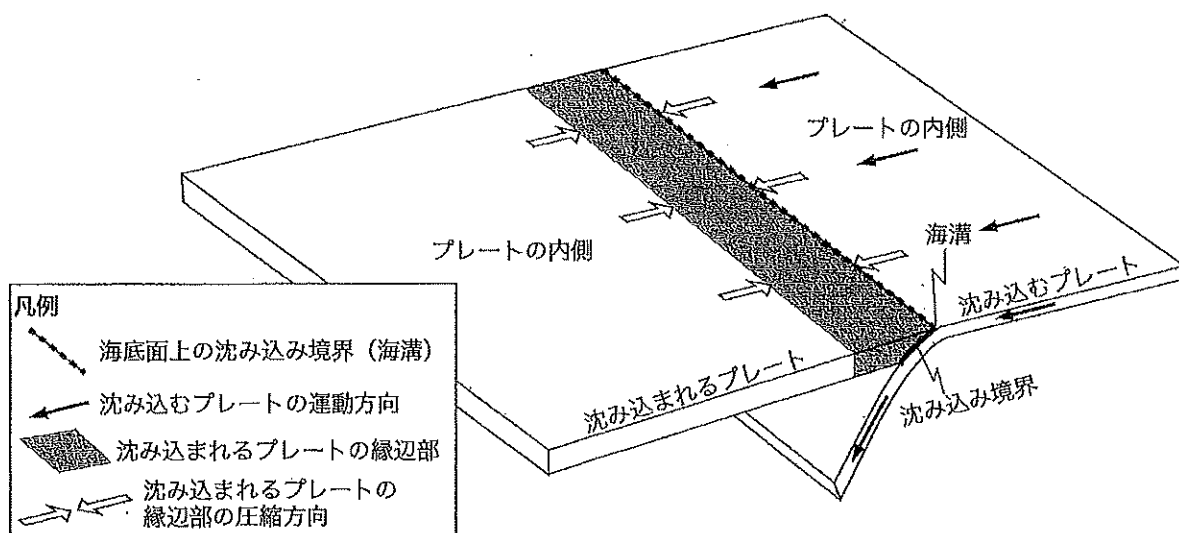


図1 沈み込むプレート、沈み込まれるプレート、沈み込み境界、海溝、沈み込まれるプレートの縁辺部の圧縮についての模式図

※用語解説

固体地球：地球のうち、表面を覆う大気や海水より下の部分を指す。地面や海面から下にあたり、主に岩石からなっている。

2) 沈み込み境界付近における地震発生の仕組みと地下の温度

地震は、岩石中の破壊面である断層を境にして、断層の両側の岩石がずれ動くことで発生する。プレート境界も、それを境にしてプレートがずれ動くので、大きな断層である(図1)。

沈み込まれるプレートの縁辺部は、沈み込むプレートの運動によって、沈み込む前の運動方向に平行に圧縮されている(図1)。この圧縮によって、縁辺部内の断層がずれ動かないように、断層で接し合う岩石と岩石の間に摩擦力が生じ、地震のエネルギーが蓄積してゆく(図2)。圧縮が続き、摩擦力によって断層の動きを止められなくなるほどのエネルギーがたまると、断層がずれ動いて地震が発生する(図2)。

沈み込むプレートの運動によって沈み込まれるプレートの縁辺部全体が圧縮されるだけでなく、沈み込むプレートの運動に引きずられて、沈み込まれるプレートの縁辺部の海溝側の端が下方にたわむ(図3)。このたわみは、沈み込まれるプレートと沈み込むプレートとの間に生じる摩擦力によって支えられている。摩擦力の大きさには限界がある。沈み込むプレートが動くにつれてたわみが大きくなり、プレート間の摩擦力によって支えられなくなると、沈み込まれるプレートの縁辺部が沈み込み境界に沿って跳ね上がり、海溝型地震が発生する(図3c)。沈み込まれるプレートと沈み込むプレートとの間、つまり岩石と岩石の間に摩擦力が生じるために地震のエネルギーが蓄積し、それが解放される時に地震が発生する。

では、プレート間、岩石間の摩擦力の大きさを左右する要因は何であろうか。主な要因のひとつが地下の温度である。地下の温度が低いところでは摩擦力が大きくなり、大きな地震が起こる要因になる。逆に地下の温度が高いところでは摩擦力が小さくなり、起こる地震は比較的小さくなる。具体的には、地下の300℃の位置(深さ)が浅いか深いかによって、地震の大きさが異なる。

固体地球では内部に向かって温度が上昇するが、その上がり方は必ずしも一様ではなく、地下の300℃の位置も一様ではない。プレートの沈み込み境界では、プレートの沈み込みによって固体地球表面の冷たい岩石が地下深部に持ち込まれる。これによって、沈み込み境界に沿って地下深部の温度が大きく低下することになり、地下の300℃の位置が周りより深くなる(図4)。一方、沈み込まれるプレートの縁辺部の地下では、高温の物質が地下深部から浅部へと上昇し、地下の300℃の位置が浅くなっている(図4)。日本列島はプレートの沈み込みによって火山弧になるとともに、地下の300℃の位置が浅くなっている。

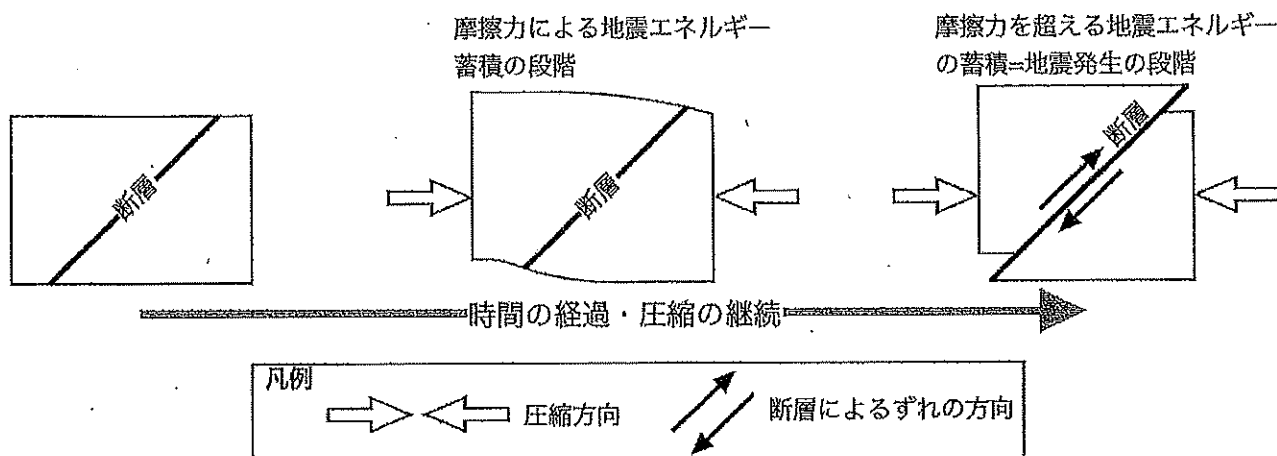


図2 断層のずれによる地震発生のしくみ

著作権の関係により、
この部分については
表記できません。

図3 沈み込み境界における巨大地震発生モデル

図3は図1の沈み込み境界付近を拡大した図である。

bの段階：沈み込まれるプレートの縁辺部が黒矢印方向に引きずられることによって沈み込まれるプレートの縁辺部の海溝側の端にたわみが生じる。

cの段階：bとは反対向きの黒矢印方向に、沈み込み境界に沿って沈み込まれるプレートの縁辺部の海溝側の端が跳ね上がって巨大地震と津波が発生する。

[図3の出典：杵島正洋・松本直記・左巻健男著『ブルーバックス 新しい高校地学の教科書』講談社、一部加筆。]

著作権の関係により、
この部分については
表記できません。

図4 沈み込み境界付近における地下の温度分布とプレート・高温物質の動き

[図4の出典：Schubert, G., Yuen, S.A. and Turcotte, D.L., 1975, Role of phase transitions in a dynamic mantle. *Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society*, 42, 705-735. 簡略化・加筆.]

※用語解説

摩擦力：物体が接している時、接している物体同士の間での相対運動（ずれ）をさまたげる力。ずれに対し反対方向に働く。

問1 沈み込み境界の地下が低温である理由を80字以内で答えよ。

問2 沈み込まれるプレートの縁辺部の地下が高温になる理由を60字以内で答えよ。

問3 沈み込み境界において発生する地震と沈み込まれるプレートの縁辺部において発生する地震とを比べた時にどちらが大きいか、答えよ。また、その違いを生む要因を答えよ。

Ⅱ. 化石と地層に関する下記の文章と図1～2を参照し、問1～問3に答えよ。

図1は、放散虫という微細なプランクトンの殻の化石を電子顕微鏡で拡大して撮影したものである。Aの3個体は同じ種（A種）であり、Bの2個体はAとは異なる同一種（B種）である。両種とも、横断面が円形となる立体的な形態をしている。A種とB種は近縁であり、約1億5千万年前にA種からB種に進化したと考えられている。

著作権の関係により、
この部分については
表記できません。

図1 A種とB種の放散虫化石の電子顕微鏡写真

A種の3個体およびB種の2個体は、それぞれ種内での大きさや成長具合が違うことを意味する。

白色の帯は0.1 mmの長さを表わす。

※用語解説

電子顕微鏡：小さな物体の表面にある微細な凹凸を観察できる顕微鏡。凹凸が陰影で表現されるが、画像の明暗は肉眼で見た色調とは無関係であることに注意。

[図1 で使用した写真の出典 : Baumgartner, P.O., O'Dogherty, L., Gorican, S., Urquhart, E., Pillecuit, A. and De Wever, P. 編『Middle Jurassic to Lower Cretaceous Radiolaria of Tethys: Occurrences, Systematics, Biochronology』 Université de Lausanne ; Matsuoka, A. and Yao, A., 1985, Latest Jurassic radiolarians from the Torinosu Group in Southwest Japan. *Journal of Geosciences, Osaka City University*, vol. 28, 125-145 ; Ito, T. and Matsuoka, A., 2017, Permian-Cretaceous radiolarians from Ie Island, Okinawa Prefecture, Japan. *Scientific Reports of Niigata University (Geology)*, no.32, 125-136. 一部抜粋・修正.]

- 問1 A種とB種に共通する外形や表面構造の特徴を、150字以上250字以内で記述しなさい。
- 問2 A種とB種で異なる外形や表面構造の特徴を、200字以上400字以内で記述しなさい。
- 問3 あなたが地質調査をしている際に、道路脇の崖に図2のように地層が見られたとする。ここでは、元々水平に堆積したはずの地層が地殻変動によって垂直に立っている。あなたが、地点①②③の3箇所から持ち帰った岩石を詳しく調べたところ、地点①の岩石からはB種、地点②の岩石からはA種とB種、地点③の岩石からはA種の放散虫の化石が得られたとする。地層は水平に堆積するという性質と、新しい地層は必ず古い地層の上を覆って堆積するという性質を踏まえた上で、この地層が垂直になった過程の解釈として下の案(1)と案(2)のどちらが適しているか。得られた放散虫化石の種類に基づいて300字以内で論じなさい。ただし、図中の地層に断層はないものとする。

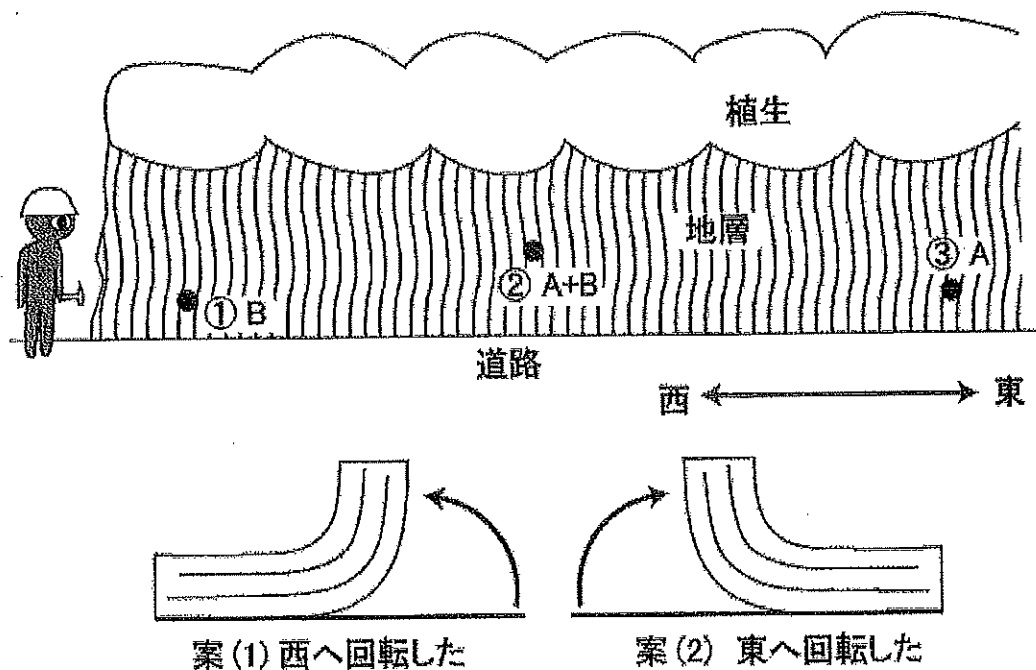


図2 道路脇の崖に見られた垂直な地層のスケッチ（上段）と、その解釈の案（下段）