

地形からわかる地球の変動 指導資料

1 目的

埼玉県には、山地や丘陵、台地や低地などさまざまな地形が分布している。これらの地形がどのように形成されてきたのか、地殻変動や海水準変動という地球全体の動的变化と結びつけて考えさせる。

2 中学校までの既習事項

中学の理科第2分野で「大地の変化」の単元で、隆起や沈降について学んでいるが、具体的に隆起や沈降が起きている場所については学習していない。また海水準の変動については学習していない。

3 実習間のつながり

この実習をおこなう前に、『埼玉の地形』で埼玉県の地形区分の概要を学んでおく。また、海水準変動は気候変動によってもたらされているため、この実習をおこなった後、地球環境問題へと発展させることも可能である。

4 準備するもの

色鉛筆（赤、青、水色の3色）

5 実習の所要時間

作業 20分程度
 考察・解説 25分程度

6 実習上の留意点

「動かざること山の如し」とうたわれるように、山は動かないものの代表であるように思われるが、山地は地殻変動というダイナミックな動きによって形成されている。この運動は、長い時間をかけてゆっくりと進行しているため普段の生活の中で気づくことはない。(1)の地殻変動では、このような長い時間スケールによって山地や平野が形成されることを理解させる。

関東平野の地形は、地殻変動に加えて海水準変動による浸食・堆積作用が関わっている。海水準が低いと河川の侵食作用は大きくなり、海水準が高くなると堆積作用が大きくなる。

7 解答・解説

●結果

A 地殻変動

(1) 図1参照

※ 図1より、行田よりも羽生の方が沈降していることがわかる。関東地方の地殻変動を図2に示す。この図より沈降の中心が、東京湾中心部と埼玉県と栃木県の県境付近にあることがわかる。羽生は行田よりも東に位置し、後者の沈降中心に近いので同じ時期に造営された古墳が埋没してしまった。古墳時代以降もこの沈降運動は続いている。



図1 作図解答

(2) 結果略

※ ①より、関東平野は沈降が続いていることが理解できる。日本列島全体で見ると、隆起しているところは山地に、沈降しているところは平野にあたることがわかる。

(3) 0.75mm

※ 200万年で1500m隆起しているので、1年あたりの隆起量は $1500000(\text{mm}) \div 2000000 \text{年} = 0.75\text{mm/年}$ となる。わずかな動きであるので、実生活の中では動いていないように感じる。

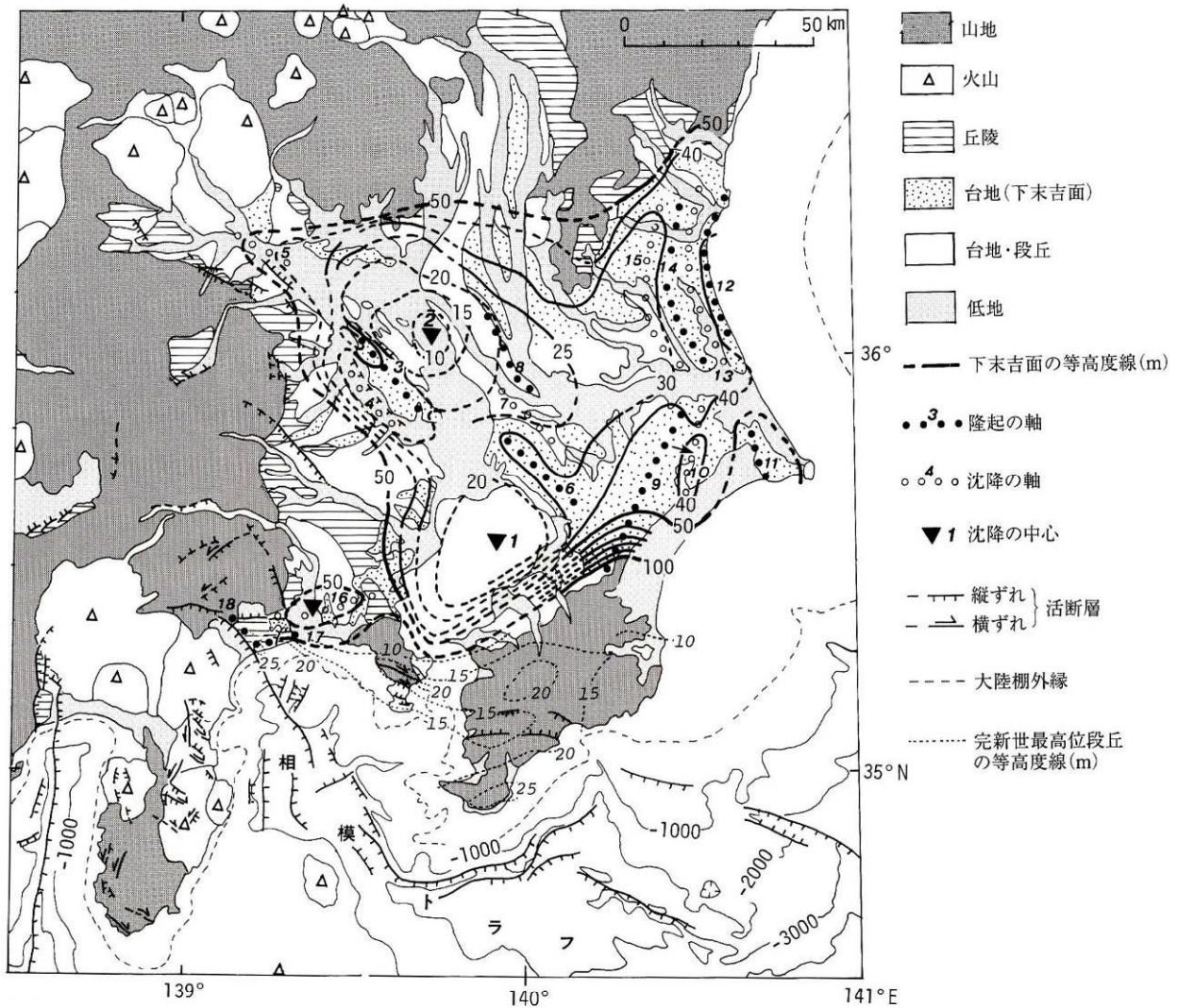


図2 関東地方の地殻変動（貝塚（1987）より引用）

B 海水準変動

(1) 結果略

矢印の部分は台地。

※Ⅰ 関東平野では、12万年間の間に海進と海退が2回繰り返されている。

※ 図中の矢印で示された部分は、大宮台地にあたる。『埼玉の地形』の地形区分図と海岸線の形を比べるとよい。図中Ⅲの海進は縄文海進と呼ばれ、この時期の海岸線は貝塚の分布を調査した東木により復元されている（図3）。

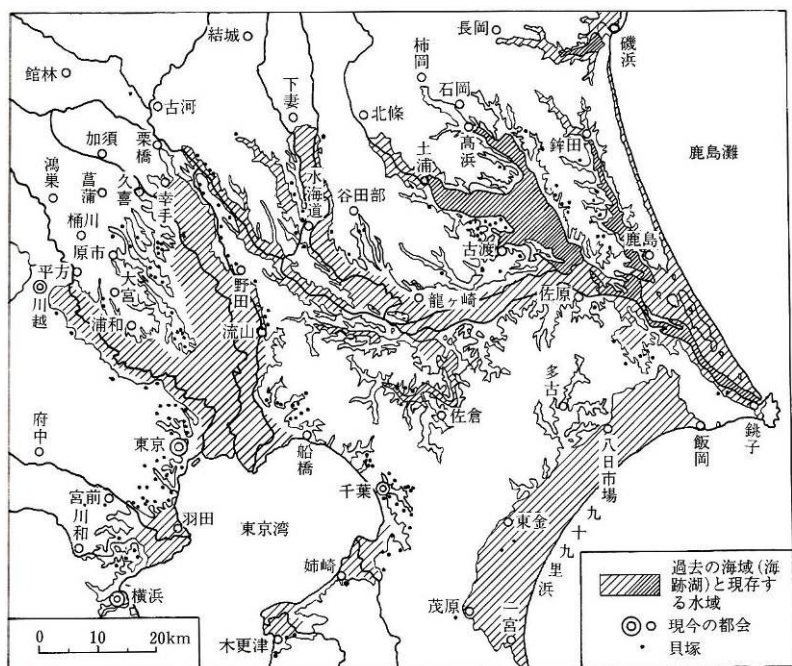


図3 約7000年前の海岸線（東木（1926）より引用）

(2) 図4参照

※ 図中のⅡは、12万年前以降海水準が最も低下している時期に当たる。海水準変動のグラフより海水準が最も低下しているのは、約2万年前である。また、Ⅲは図より海水準が現在よりも高いことがわかる。海水準のグラフでははっきりとしないが、気温のグラフから約1万年前に現在より暖かい時期があることがわかる。寒冷な時期には氷床が発達し海水準が低下、温暖な時期には氷床が後退し海水準が上昇することから約1万年前がⅢにあたることが考えられる。

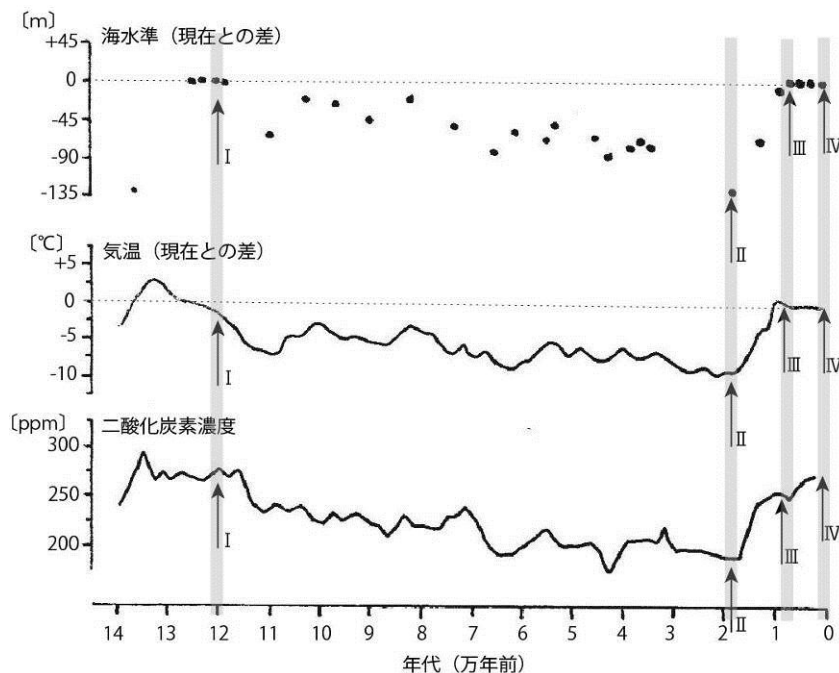


図4 グラフ解答

(3) 1.35mm

※ 10万年間で135mの変動量があるので、1年あたりの変動量は $135000(\text{mm}) \div 100000(\text{年}) = 1.35\text{mm/年}$ となる。地殻変動のスケールと比べると、海水準変動は短い周期で変動していることがわかる。

●考察

(1) 山地は隆起量が多いところで、平野は沈降しているところである。

※ (1)の②参照

(2) 海水準変動によって、堆積と侵食を繰り返しながら形成された。

※ (2)海水準変動の①の図より、台地と低地にあたる地域は海水準変動によって、堆積（海底）と侵食（陸上）を繰り返しながら形成されてきていることがわかる。低地の原型は約2万年前の低海水準期に古東京側の谷として形成され、その後の高海水準期に奥東京湾が入り込んできて堆積の場となった。このため低く平らな地形が形成された。台地は、12万年以降の侵食・堆積作用が低地ほど及ばなかった地域にあたる。

(3) 海水準変動は、気温の変動によって引き起こされる。

※ 海水準変動とは、平均海水面が上下することである。海水面が上下する原因として、地盤の隆起・沈降（地殻変動）と海水量の増減の2つが考えられる。地殻変動のスケールが0.75mm/年であるのに対し、海水準変動のスケールは1.35mm/年と大きいので、海水準を引き起こしている原因は地殻変動ではないことがわかる。さらに、生徒用プリントの図5（指導資料図4）のグラフより、海水準変動と気温の変動が同じような動きをしているので、海水準変動は気温の変動によって引き起こされているという結論にいたる。これは、気温が低いときは氷床（大陸氷河）が形成されるために海水準が低くなり、気温が高いと氷床の水が溶けて海に流れ込むからである。また、グラフより気温の変動は二酸化炭素濃度と関わりがあることも読み取れる。

8 補足

●古環境指標としての同位体

過去の気温はどのようにして推定されるのか。近年、古環境を推定する指標として酸素同位体が用いられるようになってきた。

陽子数が同じだが、中性子の数が異なるため質量数の異なる原子を同位体という。自然界に存在する酸素はほとんどが ^{16}O だが、わずかに ^{18}O も存在する。 ^{16}O は ^{18}O に比べて軽いので、 ^{16}O を含む水(H_2^{16}O)は蒸発しやすい。このため内陸に降る雨は ^{18}O の割合($\delta^{18}\text{O}$)が低い。気候が寒冷な時期には、 $\delta^{18}\text{O}$ の低い雪が氷河となり、大量に陸上に固定されて海に戻らなくなるため、海水の $\delta^{18}\text{O}$ は高くなる。一方、温暖な時期には、氷河が融けて $\delta^{18}\text{O}$ の低い水が海に戻るため、海水の $\delta^{18}\text{O}$ は低くなる。

有孔虫の殻は炭酸カルシウム(CaCO_3)を主成分としている。その中に含まれる酸素は海水に由来するので、海水の $\delta^{18}\text{O}$ が高くなると有孔虫の殻に含まれる $\delta^{18}\text{O}$ も高くなる。また水温が低いほど、殻に取り込まれる炭酸カルシウムの $\delta^{18}\text{O}$ は高くなることも知られている。したがって、寒冷な時期には有孔虫の殻に含まれる $\delta^{18}\text{O}$ が高くなる。

以上のような理由から、 $\delta^{18}\text{O}$ から過去の水温や気温を推定することができる。

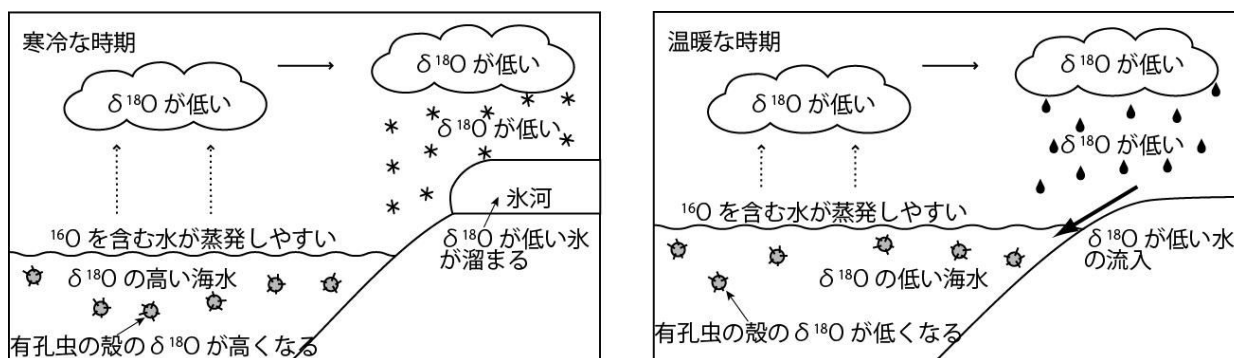


図5 酸素同位体比と古気候

●引用文献

貝塚爽平 (1992) 『平野と海岸を読む 自然景観の読み方5』岩波書店, 142p

貝塚爽平 (1987) 関東の第四紀地殻変動, 地学雑誌, 96, 223-240

東木龍七 (1926) 地形と貝塚分布より見たる関東低地の旧海岸線, 地理学評論, 2, 597-607, 659-678, 746-773

●参考文献

『発達史地形学』 (1998) 貝塚爽平 東京大学出版会

『日本の地形4 関東・伊豆小笠原弧』 (2000) 貝塚爽平、小池一之、遠藤邦彦、山崎晴雄、鈴木毅彦 東京大学出版会

『地震の癖』 (2009) 角田史雄 講談社

吉川虎雄 (1971) 山崎直方先生と変動地形の研究, 地理評, 44, 552-264

『岩波講座 地球惑星科学 11 気候変動論』 (1996) 増田耕一他 岩波書店

『写真と図でみる地形学』 (1985) 太田陽子他 東京大学出版会