

大項目	3	持続可能な地域づくりと私たち			
中項目	3-1	日本および世界の災害と防災を考えるための自然地理			
小項目	3-1-1	災害が起こりやすい「湿潤変動帯」の分布			
細項目(発問)	3-1-1-2	世界の湿潤変動帯地形の特徴と日本の関係を学ぼう			
作成者名	須貝俊彦	作成/修正年	2017/2021/2022/2023/2024	Ver.	1.4

キーワード	湿潤変動帯 島弧 隆起 沈降 侵食 堆積 土砂 山地 堆積平野 降水災害
-------	--------------------------------------

## 発問の意図と説明

### 1) 湿潤変動帯とは、どのような地域ですか。

はじめに、湿潤地域と乾燥地域、変動帯と安定地域の相違点を説明します。つぎに、湿潤地域と変動帯の地球上での分布を概観し、湿潤変動帯とはどのような地域であるのか考えます。

#### ① 世界の湿潤域

一般に、1年間を通算して「降水量」が「蒸発散量」よりも多く、水収支が正になる場所が、湿潤地域です。湿潤地域には、年中多雨の場所と、乾季を伴う場所があります。世界の湿潤地域（陸上の湿潤域）は、ケッペンの気候区分の熱帯、温帯、および、亜寒帯（冷帯）湿潤気候地域と概ね重なります。

「湿潤変動帯の地形」の「湿潤」は、多量の強い降水を伴う、という意味を含みます（吉川，1984）。地上に強い雨が多量に降ると、地表に雨水が集まり、河川が増水します。河川水が氾濫すると、広範囲の地形が変化します。洪水時に地表は侵食され、侵食された土砂は下流へ運ばれ、堆積します。こうした地形変化が繰り返されて、湿潤地域に特有の「河川地形」が形成されます。

湿潤地域の対極は、年間の水収支が負になる場所、すなわち乾燥地域です。世界の主な乾燥地域は、湿潤熱帯域と湿潤冷温帯域に挟まれています。乾燥地域の地形は、主に風によって変化します。ただし、湿潤地域に水源をもつ外来河川沿いには、河川地形が発達します。

湿潤冷温帯域よりも高緯度側には、永久凍土（夏をはさんで二冬以上、凍結している土壌）や氷河が広がっています（図1中の高緯度域）。高緯度地域では、氷河が流動したり、凍土が部分的に融解凍結を繰り返したりして、地形が変化します。このように、世界の陸地は、河川が地表を刻む湿潤地域と、水が不足し土地が乾いている乾燥地域と、地表や地下の水が凍結している高緯度地域に大別できます。

#### ② 世界の変動帯

地震・火山活動や地殻変動の活発な場所は、帯状をなすことから「変動帯」とよばれます。なぜ帯をなすのでしょうか？ プレート（テクトニクス）理論によれば、地球の表面は、約20枚の、厚さ数十km程度の硬い岩盤（プレート）によって覆われており（図1）、各々のプレートが独自の方向へ移動するため、プレートの境界に「ひずみ」が蓄積します。ひずみが岩盤強度の限界に達すると、地震が発生します。このため、地震はプレート境界に沿って帯状に分布します。地震の集中帯では地殻変動が活発であり、巨大山脈などの大地形が形成され、しばしば火山活動を伴います。こうした理由により、変動帯は主にプレート境界に沿って帯状に分布します。プレート境界から離れたプレート内部では、地殻にひずみが蓄積しにくく、地震・火山活動や地殻変動は不活発です。こうした場所は、安定地域（楕状地、卓状地、中・古生代の古い時代の変動帯が含まれます）とよばれます。

隣り合うプレート間の動きに応じて、プレート境界は「狭まる」「広がる」「ずれる」の3種に分類できます（図2）。狭まる境界は、「大陸プレート」同士がぶつかる「衝突帯」と、「海洋プレート」がもう一方のプレートの下へ「海溝（最深部の水深が6000m以上の溝状凹地）」から斜めに潜り込む「沈み込み帯」に分かれます。沈み込み帯は、縁海を伴う「島弧-海溝系」と「大陸縁弧-海溝系」に細分されます。衝突帯では巨大山脈が形成されます。沈み込み帯では、海溝と平行に、弧状の地形の高まりと火山列とが形成されます。「広がる境界」は主に海洋底に分布し、海嶺が形成されます。陸上ではリフトバレーがみられます。「ずれる境界」では「トランスフォーム断層」とよばれる長大な活断層がみられます。例として、米国カリフォルニア州のサンアンドレアス断層、トルコの北・東アナトリア断層、ニュージーランドのアルパイン断層があります。このように世界の変動帯は、プレート理論に基づき、複数の種類に分類され、それぞれ特有の大地形が発達しています。

## 図と表のページ

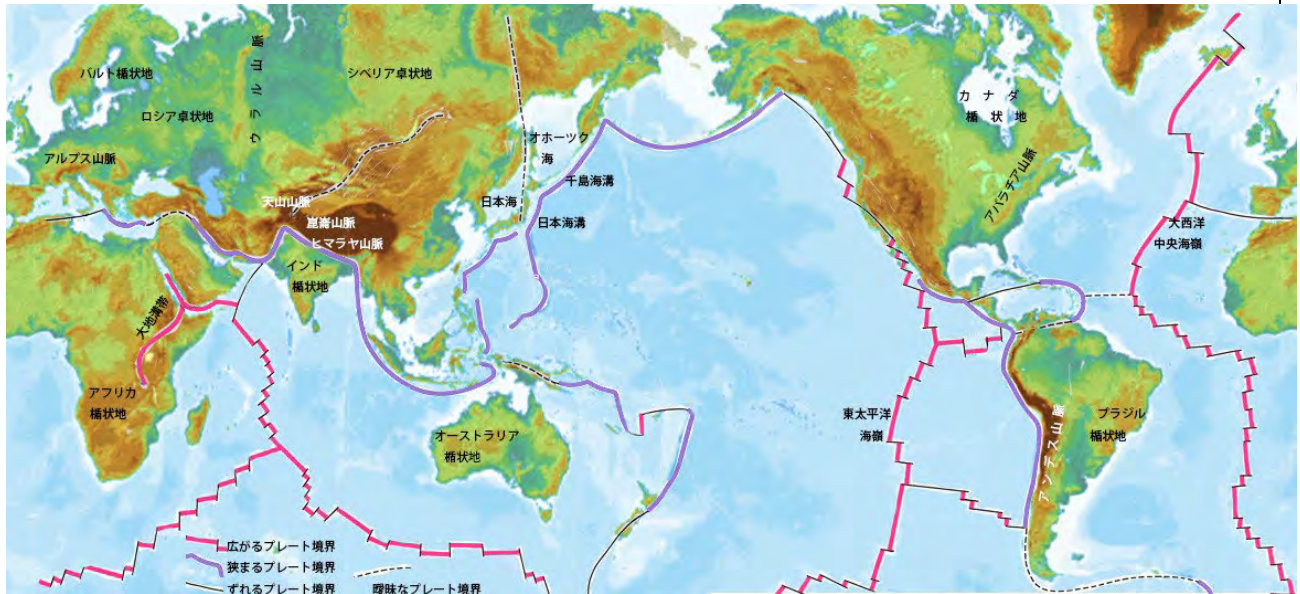


図1 世界のプレートの分布（基図は地理院地図、プレート境界は貝塚（1997）などにもとづく）須貝俊彦作成

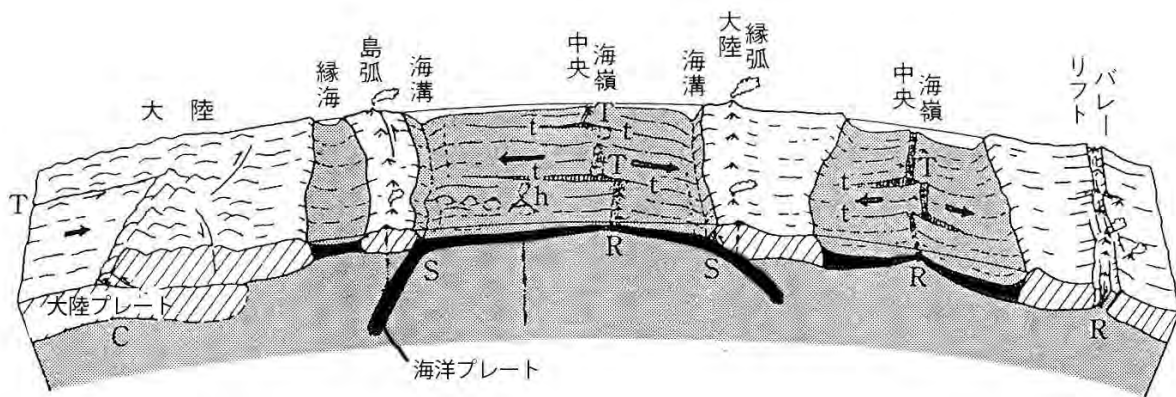


図2 プレートテクトニクスと大地形（貝塚 1990）斜線：大陸プレート、黒：海洋プレート、R：広がるプレート境界、S：狭まるプレート境界の沈み込み型、C：狭まるプレート境界の衝突型、T：ずれるプレート境界

### ③ 湿潤変動帯、湿潤安定地域、乾燥変動帯、乾燥安定地域をくらべる

前項で示したように、世界の陸域は、湿潤地域と乾燥地域、あるいは、変動帯と安定地域に分かれます。これらを組み合わせると、陸域は4種類の地域に区分できます(図3)。湿潤変動帯を代表する地域は、日本列島などの島弧です。島弧は、縁海を伴い、水蒸気の給源である海に囲まれているために、地形性降雨が生じやすく、総じて湿潤です。北米海岸山脈などの大陸縁弧の大山脈やヒマラヤ山脈などの衝突帯の巨大山脈においては、海から吹き込む風の風上側の地域が湿潤変動帯に属します。風下(内陸)側は、地形の陰に隠れ、降水量が少ないために、乾燥変動帯になりやすいです。湿潤安定地域は、アマゾン川の中～下流域やアフリカのコンゴ盆地などの熱帯地域、東ヨーロッパ平原や北米大陸北東部などの冷温帯地域に広がっています。乾燥安定地域は、サハラ砂漠やオーストラリア内陸砂漠に広がっています。

世界の陸域全体に占める湿潤変動帯の面積割合は、わずかです。しかし、標高3000m以上の地域のほとんどを湿潤変動帯が占めています(図4)。標高7000mを超える場所は、衝突帯であるヒマラヤ山脈とその周辺だけです。

#### 2) 湿潤変動帯の地形にはどのような特徴がありますか

湿潤変動帯は、地殻の隆起と沈降、地表における侵食と堆積が、ともに活発な場所であり、地形変化の速さが地球上で最大級であるという点に、大きな特徴があります。湿潤変動帯の山地では、降水量が多く、標高が高いため、山地を流れる河川は、豊富な流量と急勾配の縦断面をもちます。河川は山地を激しく侵食し、深いV字谷を刻みます。谷壁斜面は急傾斜になり、斜面上では、豪雨や地震動を引き金にして、崩壊や地すべりが頻発し、斜面は侵食・後退していきます。斜面から河川へ供給される多量の土砂は、洪水時に河川によって下流へ運搬されます。このため湿潤変動帯は、単位時間(通常1年間)、単位面積(通常1km<sup>2</sup>換算)あたりの土砂流出速度(平均的な地表面の侵食速度)が非常に大きな値を示します。

具体的には、大起伏で高標高の山地が発達するアルプス・ヒマラヤの衝突帯、および、地形の急峻な環太平洋の沈み込み帯において、平均的な地表面の侵食速度(土砂流出速度)が大きくなっています(図5)。

山地から流出する多量の土砂は、海底や湖底、山麓などに堆積し、平野を形成します。湿潤変動帯に発達する平野は、凹地や水域が土砂で埋め立てられた堆積平野である場合がほとんどです。平野の面積は総じて狭く、堆積物は軟弱です。湿潤変動帯の平野は、いわば、山地域での激しい侵食に付随して形成された地形です。安定地域にみられる広大な侵食平野が、極めて長時間におよぶゆっくりとした侵食作用によって形成されてきたこととは対照的です。

湿潤変動帯の地形は、水や地殻物質(岩盤や土砂)の移動や循環が地上で最も活発な場所であることを反映しています。地形を変化させるエネルギー(地熱など地球の内部からもたらされるエネルギーと、太陽放射がもとになっている降水のエネルギー)が集中する不安定な土地といえます。湿潤変動帯は、隆起と侵食、沈降と堆積によって、つねに土地が新たに生まれ、変化していく場所です。太平洋は、沈み込み帯によって縁どられていて、環太平洋火山帯が形成され、火山が高密度で分布することから、火の環(ファイヤーリング)とよばれます。最大の衝突帯はヒマラヤチベット山塊で世界の屋根とよばれ、アジアのモンスーン気候を強化しています。

#### 3) 湿潤変動帯に属する日本の地形の特徴は何ですか

日本の地形は、世界各地の島弧-海溝系と共通する特徴をもちます。同時に、5つの島弧-海溝系が合体しているがゆえのユニークさも備えています。本節では、はじめに島弧-海溝系の大地形に着目して、日本の地形の普遍性と個性を述べます。つぎに、空間スケールを小さくして、日本の山地と平野の地形分布や地形の特徴をみていくことにします。地形と起伏量、地形と地質の関係を説明し、最後に、湿潤変動帯に属する日本の地形の特徴について、社会との関わりという観点に立って、自然災害と地形人為改変の側面から説明します。

## 図と表のページ

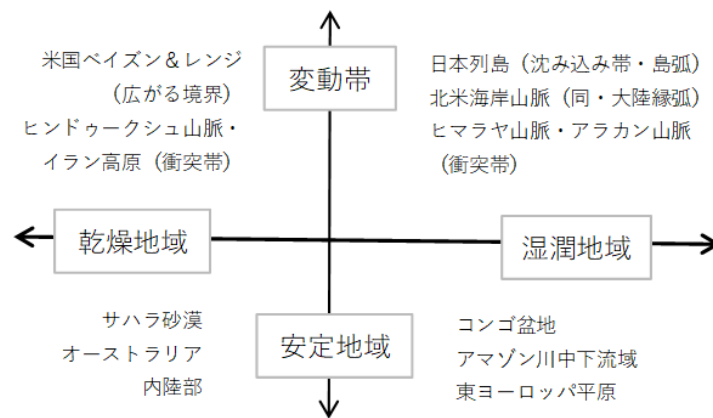


図3 世界の地域区分 変動帯はプレート境界を中心として帯状に分布し、安定地域はプレート境界から離れた大陸内部に広がる。安定地域には楕状地、卓状地、中生代の衝突帯（古期造山帯）が含まれる（図1参照）。須貝俊彦作成

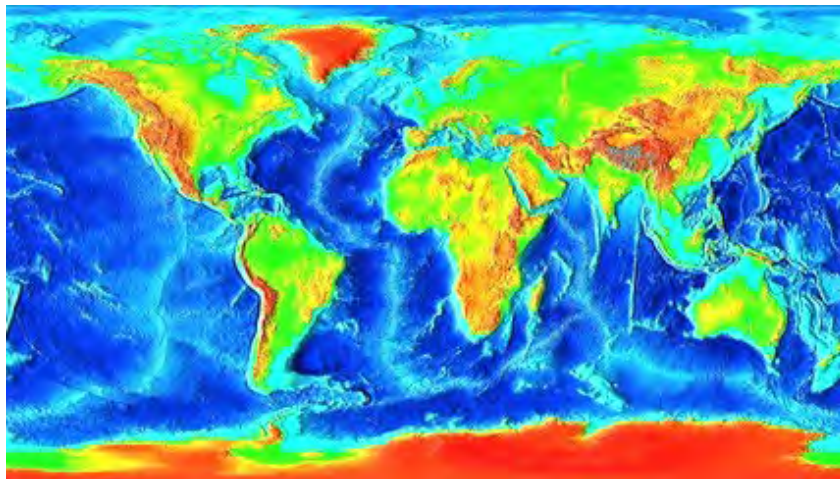


図4 世界の高度分布 高標高の地域は衝突帯または沈み込み帯タイプの変動帯とほぼ一致している。海底の薄水色の帯が中央海嶺の大地形（広がるプレート境界タイプの変動帯）

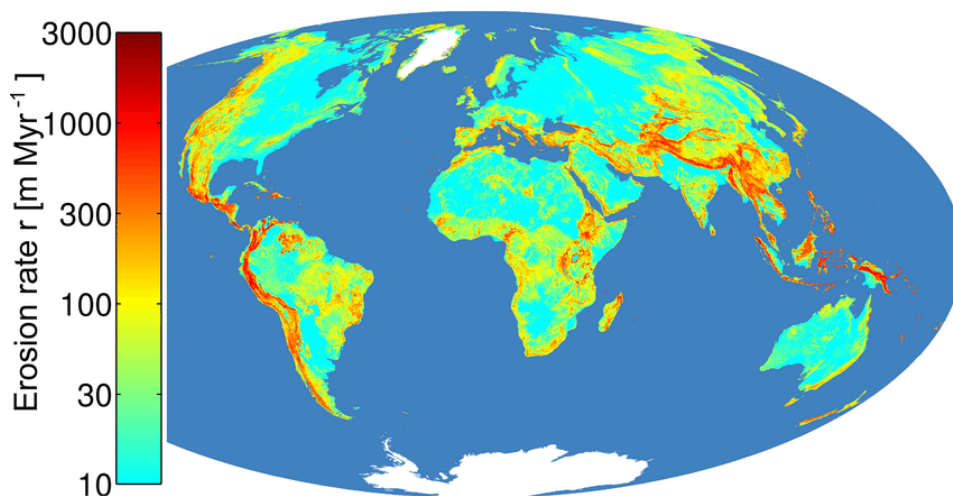


図5 世界の陸域における長期間の侵食速度の推定分布。凡例の単位は、100 万年あたりの平均侵食量 (m)。本図の推定では、湿潤変動帯の大起伏山地では 100 万年間に 1000~3000m 侵食される。(Hergarten S and Kenkmann T, 2019 による)

### ① 島弧—海溝系の大地形

北～西太平洋の縁には島弧 - 海溝系、東太平洋の縁には大陸縁弧 - 海溝系の大地形がみられます。日本列島周辺は、太平洋・フィリピン海・北米・ユーラシアの4枚のプレートが互いに近づき、次に述べる A)～E) の5つの島弧を形成しています (図6)。A) 太平洋プレートが北米プレート下へ千島海溝から沈み込み、千島弧を形成しています。B) 太平洋プレートが北米プレート下へ日本海溝から沈み込み、東北日本弧を形成しています。C) 太平洋プレートがフィリピン海プレート下へ伊豆小笠原海溝から沈み込み、伊豆小笠原弧を形成しています。D) フィリピン海プレートがユーラシアプレート下へ南海トラフ (水深が6000 m よりも浅いためトラフとよびます) から沈み込み、西南日本弧を形成しています。E) フィリピン海プレートがユーラシアプレート下へ琉球 (南西諸島) 海溝から沈み込み、琉球弧を形成しています。上記に加えて、フィリピン海プレートが北米プレート下へ相模トラフから沈み込んでいます。また、北米プレートとユーラシアプレートがフォッサマグナで衝突していると考えられています。太平洋・北米・フィリピン海の3つのプレートが房総沖の海底で、北米・ユーラシア・フィリピン海の3つのプレートが富士山の地下で交わり、それぞれ3重会合点とよばれる特異点を形成しています。

### ② 日本の大地形区

A) B) C) E) の島弧では、海溝から約200 km 以上離れた場所に、火山地域が分布しています。火山地域の海溝側の分布限界を火山前線 (火山フロント) とよびます。海溝から斜めに沈み込んだ海洋プレートが一定の深さに達するとマグマが生じ、火山を形成するために、火山前線ができます。火山前線よりも海溝側を外弧 (または外帯)、その反対側を内弧 (内帯) とよびます (図6 中の大地形区のA～Eの後に1の添え字があるが内弧、2が外弧)。ただし、D)の西南日本弧は、火山前線が不明瞭で、中央構造線 (日本の陸域で最長の活断層) を境に、外帯と内帯に分けられます。西南日本弧の東部は、日本列島でもっとも標高が高い地域であり (図6 中のDC2 大地形区)、関東平野・関東山地域 (DC1 大地形区) と共に、太平洋プレートの沈み込みや北米プレートの衝突、伊豆半島 (フィリピン海プレート上に堆積した火山岩で構成される) の衝突の影響を受けています。

外弧には火山がみられず、地震活動が不活発で、活断層の分布も疎らです。ただし、外弧は、沈み込んだ海洋プレートの真上にあたり、海洋プレートの沈み込みに伴って発生する深発地震の影響を受けます。内弧には、火山や活断層が高い密度で分布しています。

### ③ 日本の山地と平野

日本の地形は、山地と低地 (平野) に2分され、山地は非火山と火山に、平野は沖積低地と台地に細分されます。日本の国土の約7割は山地です。外弧 (外帯) には、日高山脈、北上山地、阿武隈山地、紀伊山地、四国山地、九州山地などの山地がみられます (図6)。日本の山地のなかでは、いずれも大面積で、山塊全体がドーム状の高まりをなし、曲隆山地とよべれます。阿武隈山地を除くと、これらの山地の内部は、深いV字谷に刻まれています。谷壁斜面は急傾斜のことが多く、急傾斜地では、豪雨や海溝型地震の揺れが引き金となって、がけ崩れや地すべりが頻発します。太平洋に面した山麓には、海成段丘 (海岸段丘) がしばしば発達しています。

内弧には、曲隆山地よりも小規模な断層山地が分布しています。断層山地とは、山麓の片方または両方を活断層によって画され、断層活動によって隆起してきた山地です。近畿地方では、生駒山地・金剛山地・比良山地などの断層山地と京都・奈良などの沈降盆地が交互に配列し、凹凸の著しい地形が発達しています。これらの山地と盆地は、第四紀 (約260 万年前以降の最新の地質時代) に分化してきました。一般に、盆地には、厚い埋積層がみられ、山地と盆地の境界では、断層崖の崩壊土砂が小扇状地群を形成しています。

火山地域は北海道、北東北、九州でとくに目立ちます。巨大カルデラ火山が過去に破局噴火し、広域に火砕流を堆積させているためです。

日本の平野のほとんどは、土砂が凹地を埋め立てた堆積平野です。平野は、台地 (段丘) と沖積低地 (土砂の堆積がなお続いている低地) に細分されます。沖積低地が主の平野は、石狩平野、新潟平野、濃尾平野で、いずれも第四紀に活発に沈降してきた地域です。沖積低地の地下には、氷期の海面低下期から低海面期に刻まれた深い谷とそれを埋める厚い沖積層が発達しています。台地が主の平野は、根釧平野、関東平野、宮崎平野などです。これらは太平洋側に位置し、旧浅海底面が干上がった海成段丘がかなりの面積を占めています。

### ④ 地形と起伏の関係

図と表のページ

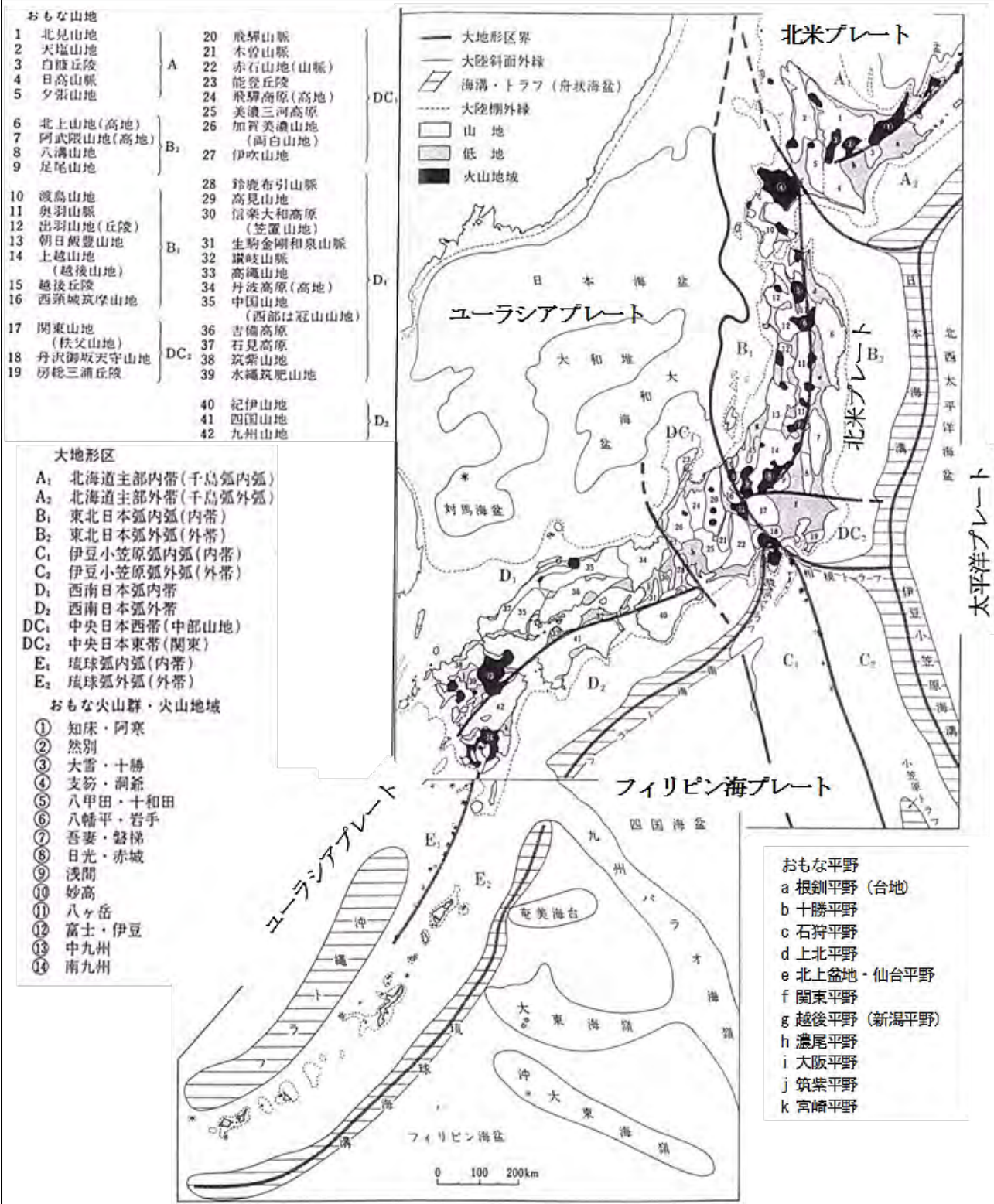


図6 日本の地形区分  
貝塚による (理科年表 2022)

火山以外の山地では、標高の高い山地ほど、大起伏になり、斜面の傾斜が急になる関係が認められます(図7.8)。こうした標高と斜面傾斜との正の相関関係は、日本、台湾、ニュージーラン南島などの島弧山地に共通して認められます。年間数mmという速度で隆起を開始すると、山は急速に高くなりますが、同時に、河谷は深く、斜面は急になり、侵食速度も増していきます。やがて侵食速度が隆起速度に追いつき、山地が隆起し続けても高度は頭打ちの平衡状態に達すると考えられます。赤石山地や木曾山脈は、日本で最も隆起と侵食の速度が大きく、それぞれ年間数 mmで均衡していることがわかってきました(Ohmori,1978 ; 吉川 1984 など)。これらの山地はほぼ平衡状態に達していると考えられます。日本の山地にみられる標高と斜面傾斜(起伏量)との正の相関関係は、日本の山地が隆起の速さにみあった速さで侵食される傾向にあることを示唆しています。

### ⑤ 地形と地質の関係

日本の地形は地質と密接な関係にあります。隆起と沈降、侵食と堆積が活発であることが影響しています。隆起が活発な場所に山地はできますが、山地では地表が激しく侵食され、地下の新第三紀以前の相対的に古い地質が露わになる傾向にあります。ただし火山地域は例外で、溶岩流や火砕流、降下火山灰などが地表を覆って堆積し、地形的な高まりをつくりだします。火口が固定した状態で噴火が繰り返すと、火口を頂点とした円錐形の成層火山体が成長します。火山地域では、地質と地形がほぼ一体化しているといえます。

沈降域や海岸部には、河川によって山地から運ばれてきた土砂が堆積し平野(低地)を形成します。沖積低地は、完新世に土砂が堆積してできた平野で、今後も河川水や高潮の氾濫で土砂が堆積しうる地形ですから、当然、地形をつくる地質は完新統(完新世～現生の堆積物)です。段丘は、古い時代にできた低地が相対的に高くなり、洪水時や高潮時でも水に浸からなくなった地形です。それゆえ、段丘の分布は、更新統(完新世の直前の時代である更新世に堆積した堆積物)の分布とほぼ一致します。ただし、隆起の著しい地域では、完新世にできた低地が段丘化している場合もあります。房総、三浦、能登の各半島の海岸部などです。

### ⑥ 湿潤変動帯の地形の恵みと猛威、変わりゆく自然地形

日本列島は、世界最大の大陸であるユーラシア大陸と世界最大の海洋である太平洋の狭間に位置する弧状列島です。夏季・冬季モンスーンの影響を受け、太平洋岸では降雨量が、日本海岸では降雪量が多く、河川の地形形成作用が卓越し、多量の土砂が山地から海へ運搬されてきました。山地は細かな山ひだに富み、谷口から河口まで、扇状地、蛇行原、河口デルタ(三角洲)が配列し、海岸には浜堤列ができ、多様な地形が形成されてきました。河川水、地下水、土壌などの自然資源が下流へ集中し、高い土地生産性を支えてきました。活断層が高密度で分布し、山地と盆地・平野の分化が進み、河川流域は細かく分割され、「今は山中、今は浜・・・廻り灯籠の画の様に変わる景色のおもしろさ」と唄われるほどに、変化に富んだ地形景観を創出し、日本の自然環境の地域的な多様性を高めてきました。

起伏に富む地形と激しい降水は、顕著な水や土砂の移動を生み、地すべり・山崩れ、洪水、高潮、津波等となって、生態系をかく乱し、生物多様性を維持してきた一方で、自然災害の原因となってきました。活発な地形形成作用は、自然の恵みと自然の猛威をもたらす、もろ刃の剣であり、時間的にも空間的にも多様な相をみせる湿潤変動帯の地形と、人々は向き合って生活してきました。第2次大戦後、ダムや砂防堰堤、人工堤防、放水路等が建設され、河道の直線化や海岸の護岸が進み、高頻度で発生する比較的小規模な自然災害は防げるようになってきました。平野の開発が進み、蛇行河道や河畔林、自然海岸は姿を消してきました。東京湾、大阪湾、伊勢湾など大都市圏の内湾の埋立てが進み、海岸線は大きく前進しました。河道固定による天井川化、0 m 地帯の拡大、ダム湖の埋積とダムの下流での河床の掘り込み、河床の樹林化、海岸侵食などが生じています。その一方で、西日本豪雨、東日本台風などの気象災害が広域で発生し、東北地方太平洋沖地震東日本大震災、熊本地震、能登半島地震などの相次ぐ震災が甚大な被害をもたらし、災害は、深刻化しています。湿潤変動帯島弧の地形の特徴を考えると、土砂の動きを制御し、100%安全な開発を行うことは、非常に難しい課題であることが理解されます。

### 引用文献

貝塚爽平(1990)序説:変動地形研究. 米倉伸之ほか編 変動地形とテクトニクス. 古今書院

貝塚爽平編(1997)世界の地形. 東京大学出版会

国立天文台編(2022)理科年表. 丸善

吉川虎雄(1984)湿潤変動帯の地形学. 地理学評論 57, 691-702.

Ohmori H. (1978) Relief structure of the Japanese mountains and their stage in geomorphic development. Bulletin of the Department of Geography 10, 31-85.

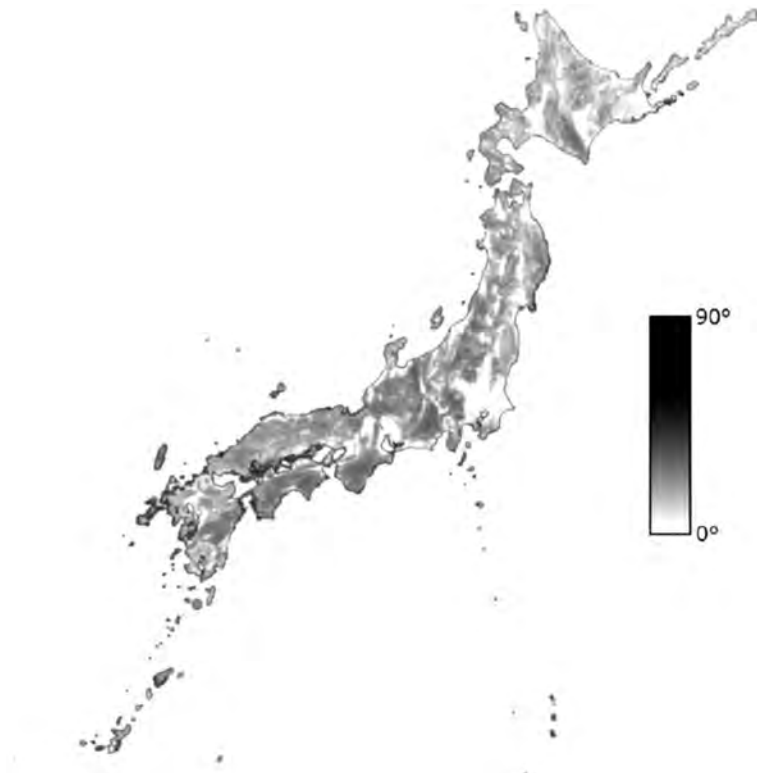


図7 日本列島の傾斜量図 (地理院地図により須貝俊彦作)

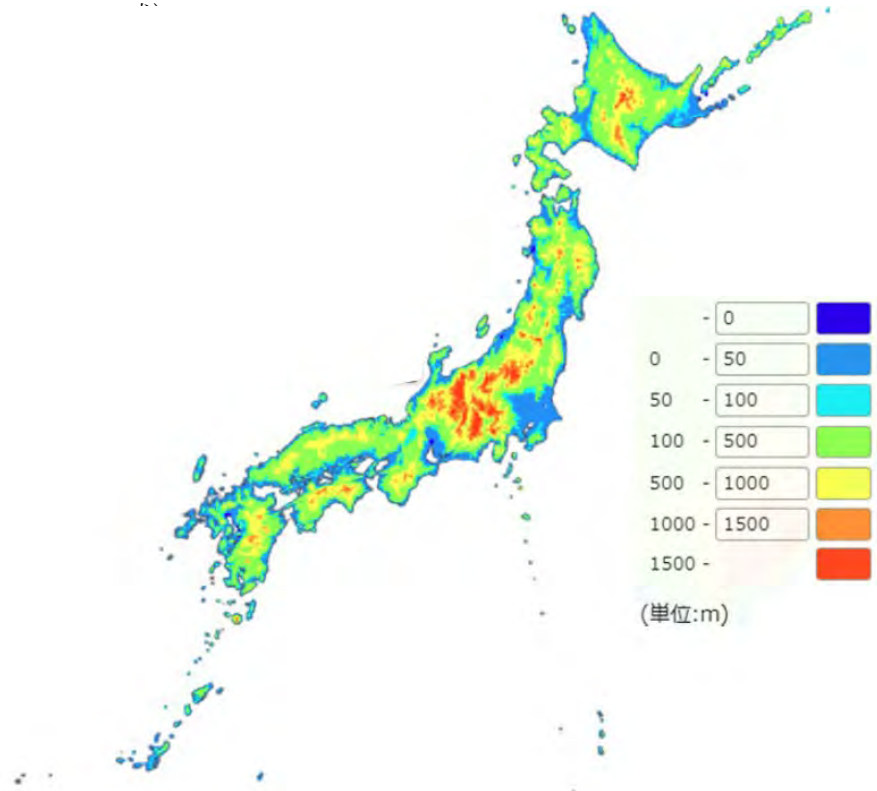


図8 日本列島の標高分布図 (地理院地図により須貝俊彦作成)