

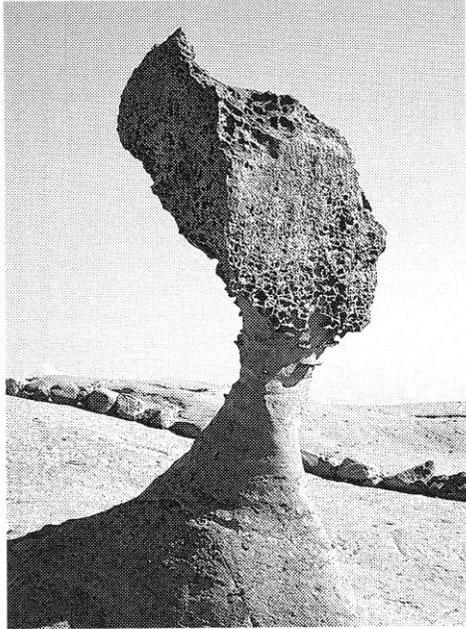
# 第4章 地表の変化

—風化・侵食・土壌化—



# 1. クイーンズヘッドの運命

地形は変わる. . . 無常  
Geomorphology, they are a- changing'



台湾、野柳地質公園 **Yehliu Geopark**

注) **ジオパーク**とは何か

・地質・地形から地球の過去を知り、未来を考えて、活動する場所 ([日本ジオパークネットワーク](https://www.jpn-geopark.net/))

・日本ジオパーク委員会が認定した「日本ジオパーク」は46地域（2022年1月現在）  
・ユネスコが認定するユネスコ世界ジオパークは、46か国に177地域（2022年4月現在）。日本ジオパークのうちの9地域も含まれている。

図 4-1 クイーンズヘッド

(ぷちち台湾 <https://petit-tw.jp/yehliu-geopark/>)

- ・侵食されにくい地層が上部に載ると、下部の地層が先に侵食されてキノコのような形状になる⇒地層の物性（固さ）の違い
- ・カッパドキアは火砕流堆積物に固い玄武岩質溶岩が載ったもの
- ・変化しつつある地形⇒**地形は変化する**
- ・そのプロセスが、**風化**、**侵食**（注：学術的には浸食ではなく侵食）
- ・地層や岩石は風化し、侵食され、運搬され、堆積し、地形が形成、変化
- ・生態系が有機物を供給すると**土壌**が形成される



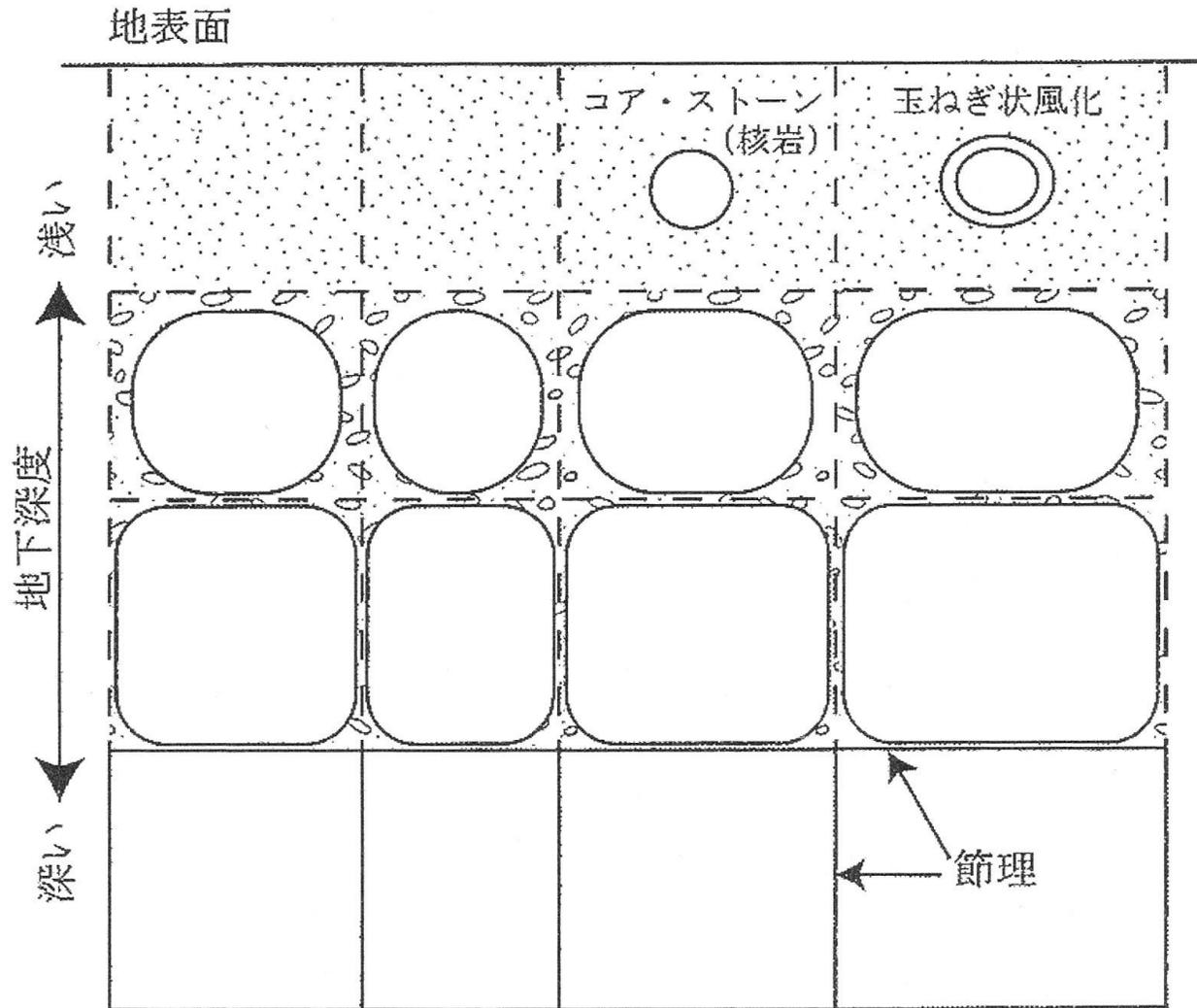
カパドキア (Wikipediaより)

# ゴビ 新疆トルファン盆地

砂は地表面近くを吹送される  
礫は砂で削られ、時々転がって、三稜石になる



## 2. 風化とは 風化・侵食・運搬・堆積といった一連の地形変化の最初のプロセス



ほとんどが土砂状へと変化し、一部にコア・ストーンが残る

砂状に細粒化した風化花崗岩中に新鮮な花崗岩が取り囲まれる

節理に接した部分の花崗岩で徐々に風化が進む

新鮮な花崗岩と節理

花崗岩地域の斜面における地面の下を想像しよう

注) 花崗岩：マグマが地下でゆっくり固まった火成岩。関東だと裏筑波加波山周辺が有名(稲田石)

### 風化

#### ・物理的風化

- 温度による膨張、収縮
- 凍結融解
- 生物の活動
- 風食

#### ・化学的風化

- 雨水や地下水との反応
- カルスト地形

図 4-2 花崗岩の風化断面模式図 (於保ほか 2015)



# タマネギ状風化（オニオンクラック）とコアストーン



(北海道立教育研究所教育課題研究部)



写真-1 風化花崗岩中に発達したコアストーン (岡山県玉野市)

(応用地質学会)





図 4-3 タ・プローム (カンボジア)

アンコール遺跡群の1つで、12世紀末に建立された人工物であるが、植物による自然岩石の風化に似た様子を観察できる。



つばくろだけ  
図 4-4 燕岳 (長野県) の頂上付近  
風化した花崗岩とマサ (雪のように白く見える部分)



地質がつくる地形のなかでも花崗岩の創る造形はすばらしいの一言に尽きるのだ。右

左はタ・プローム (Wikipediaより)。ラピユタを思い出さないか。植物は様々な作用で風化、侵食を促進し、地形 (遺跡は人工地形ともいえる) を変えていく。



地藏岳オベリスク(上)と金峰山五丈岩 (下)  
YAMAKEIonlineより



# 3. 風化から侵食へ

**侵食(erosion)**：岩石・岩屑・土壌などが、雨水・河川水・氷河・風などによって運び去られる現象（さらに遠くに運ばれる現象は**運搬**）

二つの侵食プロセス

- ・ **磨食**：礫や砂を含んだ水や氷によって地形面が削られる現象  
⇒ **波食台**の形成：波によって動かされる礫や砂によって平坦面が形成される  
⇒ **氷食地形**：U字谷、カールなど



(国土地理院：氷食地形)

(薬師岳カール、山と溪谷社)



図 4-5 日南海岸の青島（宮崎県）周辺に見られる波食台

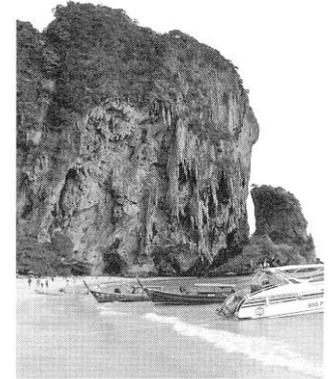
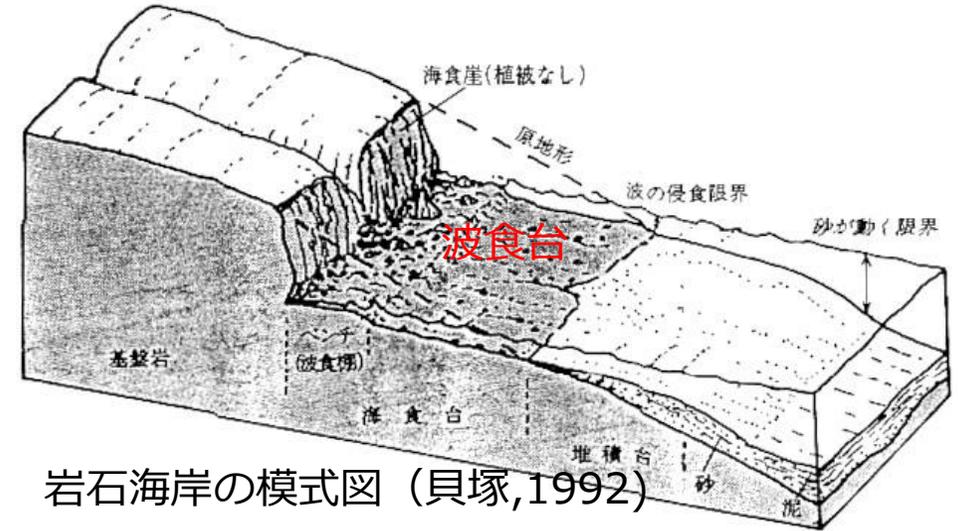


図 4-6 溶食が進む石灰岩地形(タイ南部)



岩石海岸の模式図 (貝塚,1992)

- ・ **溶食**：岩石が水に溶けて侵食される現象  
⇒ **カルスト地形**



(国土地理院：カルスト地形)

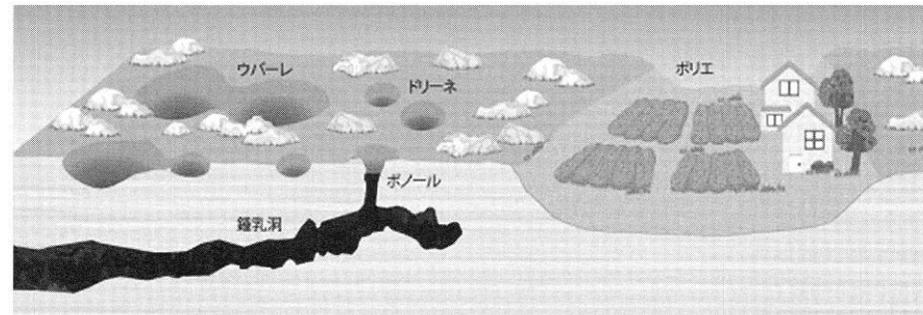


図 4-7 ポリエをはじめとしたカルスト地形の成り立ち (四国西予ジオパーク HP)



(秋吉台国定公園HP)

# Slope Erosion 侵食

Fluvial landforms are shaped by the fluvial processes of *overland flow* and *stream flow*. Wherever rain falls, these processes act to create erosional and depositional landforms.

Fluvial landforms are made by fluvial processes, which include *overland flow* and *streamflow*.

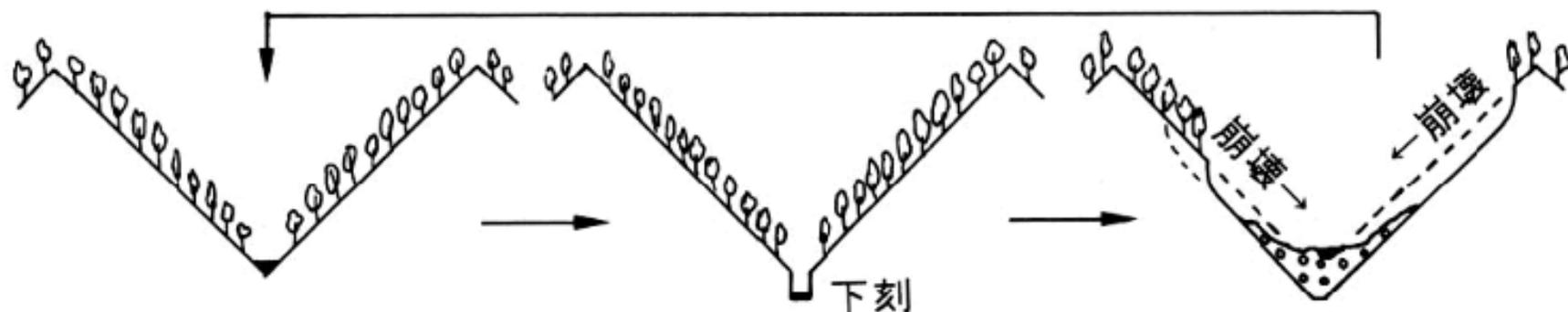
+Groundwater



Grand Canyon, Colorado River, Arizona.

# “Landforms Made by Running Water”とはどういうことか

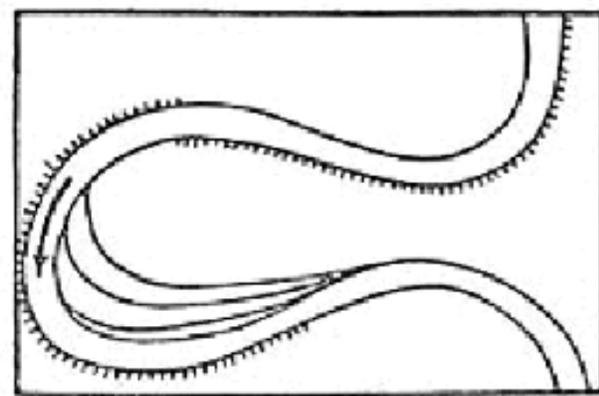
“Running water erodes mountains and hills, carves valleys, and deposits sediment.”



河川が河床を**下刻**すると、不安定になった谷壁斜面が自重で崩壊。河川はその崩壊土砂を下流へ排出して、再び下刻していく。

谷が蛇行しているところでは、湾曲した外側の攻撃斜面には**側刻作用**も働き、谷壁はより不安定になる

河川は谷底に設置されたベルト・コンベアであると同時にノコギリ



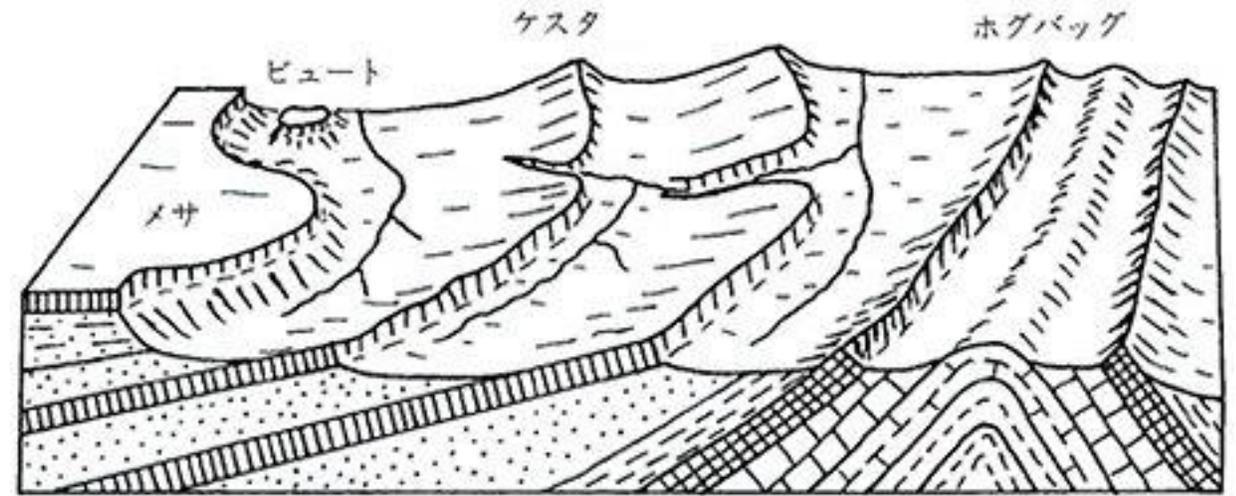
川の蛇行

# 組織地形とは

地形を構成する物質（地層や岩石）の**固さ**や**透水性**の違いにより、侵食のされやすさに違いが生じることによって形成される地形



讃岐富士と屋島（うどん県旅ネット）



（中国地質調査業協会HP、鹿大応地から転載）

- ・ 讃岐富士はビュート（火山岩頸という説もある）、屋島はメサ
- ・ 硬い岩石は**第三紀**に噴出した溶岩（火山ではないが、火山活動に関係した地形といえる）



## 宮崎県、青島の海岸（左）

砂泥互層（砂岩と泥岩が交互に重なった堆積岩）の、砂岩の部分が突出

## 房総白浜の屏風岩（右）

砂泥互層の泥層が突出

侵食のされやすさは、地層の形成年代や組成、物性によって様々



# 透水性の違いがもたらした組織地形－房総の地形の逆転

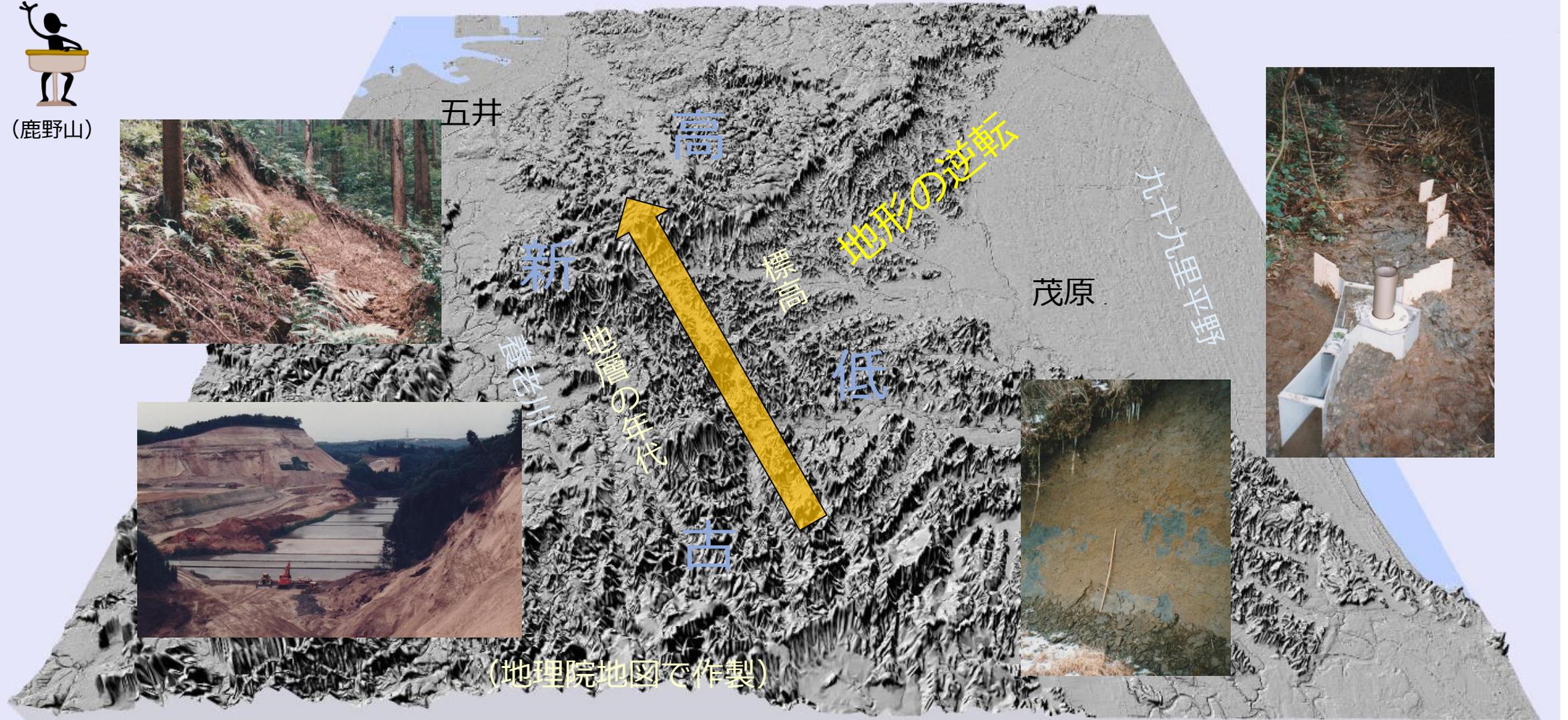
砂勝ちの下総台地では降水は浸透し、地下水として流出する。泥勝ちな上総層群笠森層では地表水として余分な水を排水。よって侵食が早く進み、隆起地域で形成年代が古い笠森層分布域の標高が低くなる。



(鹿野山)



(地理院地図で作製)



# 4. 土壌とは

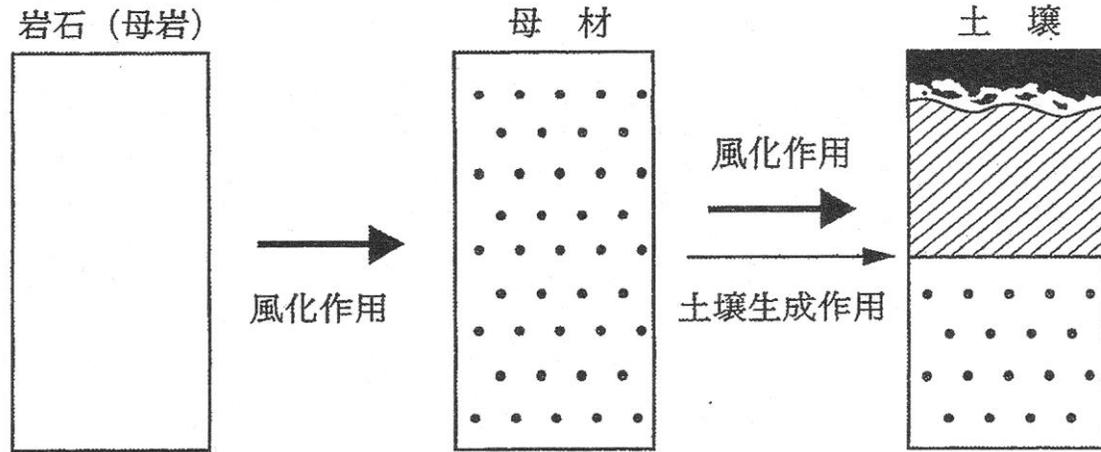
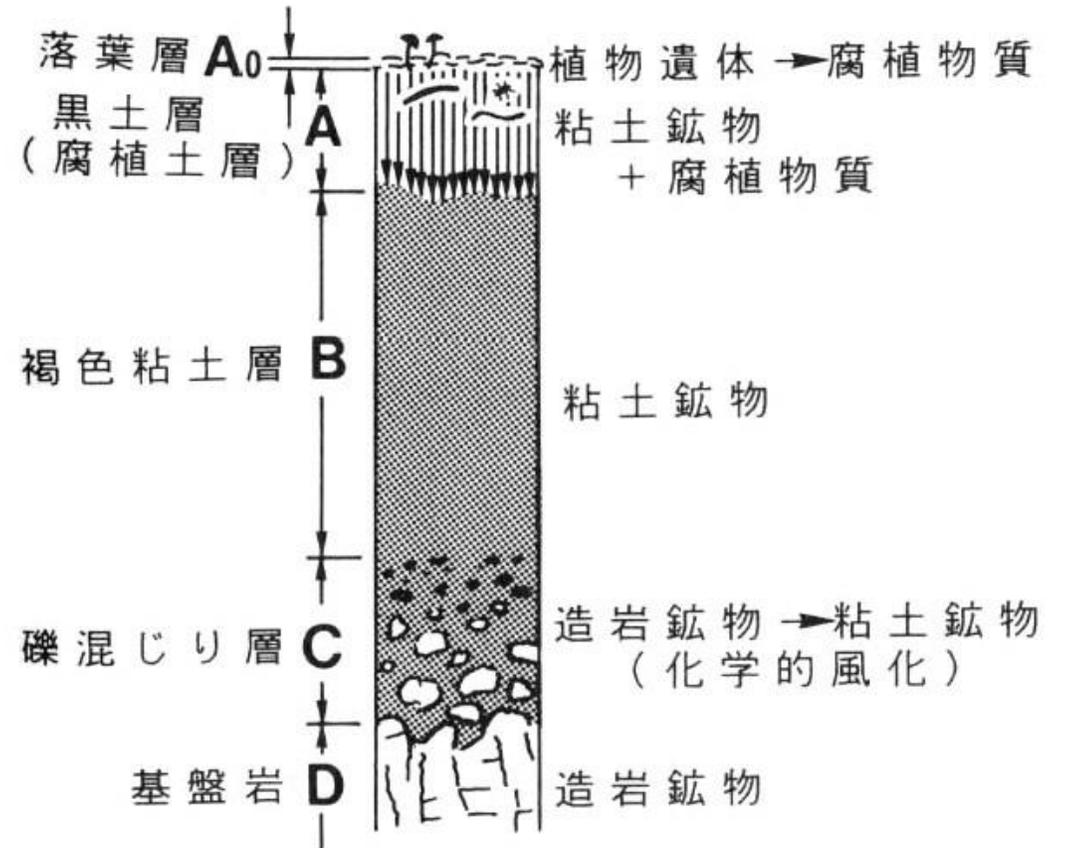


図 4-8 風化作用と土壌生成作用 (大羽・永塚 1988)

- ・地球の表層にあり、岩石の風化や水、風などによる運搬、堆積と生物が作用し、有機物と無機物が組み合わさってできたもの
- ・風成塵、火山噴出物、沖積平野を構成する堆積物も有機物と混ざることにより土壌となる

**土壌** 植物の生育基盤となり、  
私たちの命を支えるもの



【土壌層位】 【構成物質および化学反応】

裸地に森林が成立すると、土壌が発達し、層位が生じる

- ・ A0層：落葉の層
- ・ A層：黒土層
- ・ B層：茶褐色の年度と砂からなるややしまった層  
⇒褐色森林土
- ・ C層：基盤岩石が割れた岩片を多く含む
- ・ D層：基盤岩

注) 気候帯によって異なる

# 5. 土壌の分類と分布

土壌には地域性がある⇒地域や国によって分類方法は異なる

- ・ 図4-9はFAOやUSDAの分類

肥沃度による分類

- 肥沃度が高い土壌
  - ・ チェルノーゼム、粘土集積土壌、ひび割れ粘土質土壌
- 肥沃度が低い土壌
  - ・ 強風化赤色土（熱帯地域）
  - ・ オキシソル

アルカリ土

- ・ 酸性、中性、アルカリ性 ー一般に中性土で作物がよく育つ
- ⇒酸性の関東ローム層分布域では播種、移植前に石灰を撒く

特殊土壌

- ・ レス：氷期に氷河や氷床が地表面を削って生成された物質
- ⇒ミネラルが豊富に含まれる カルシウム、鉄など

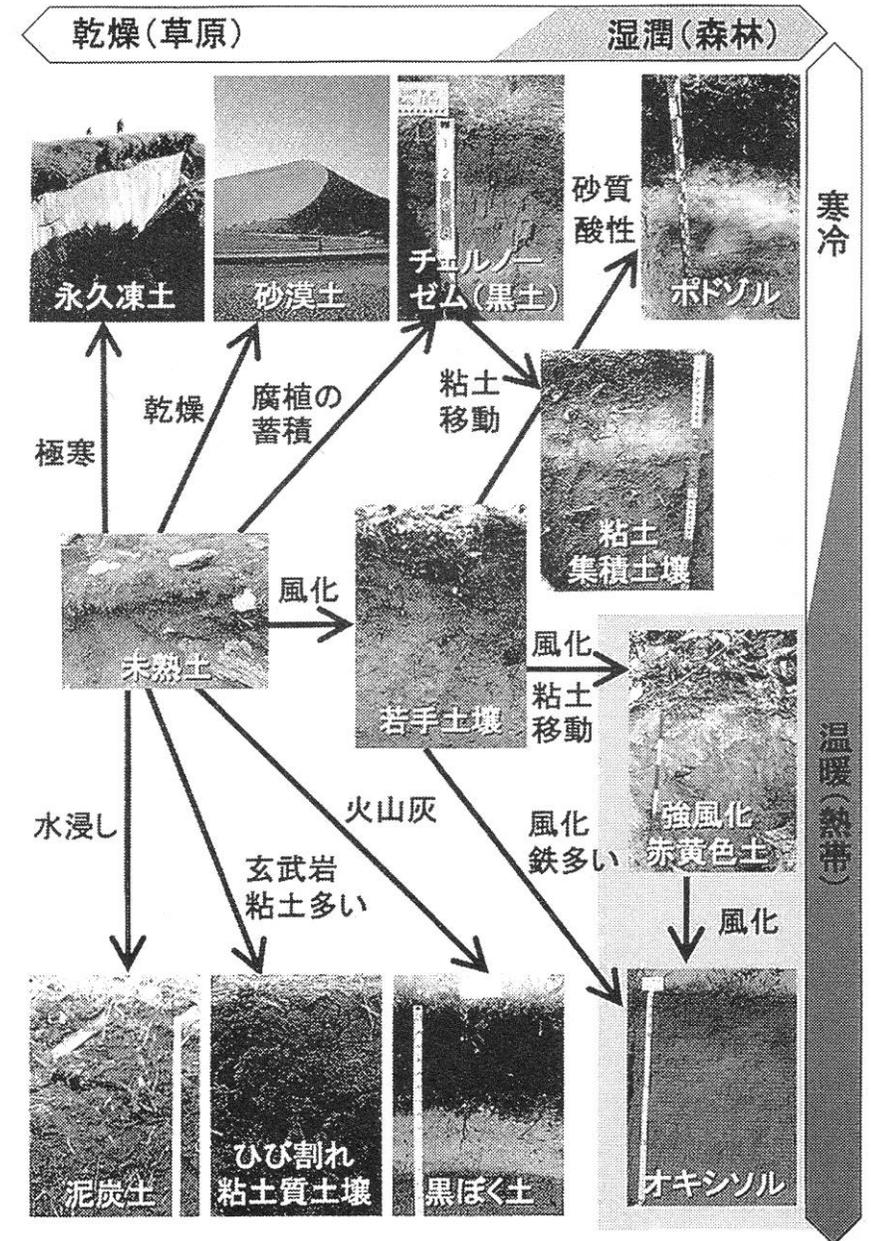
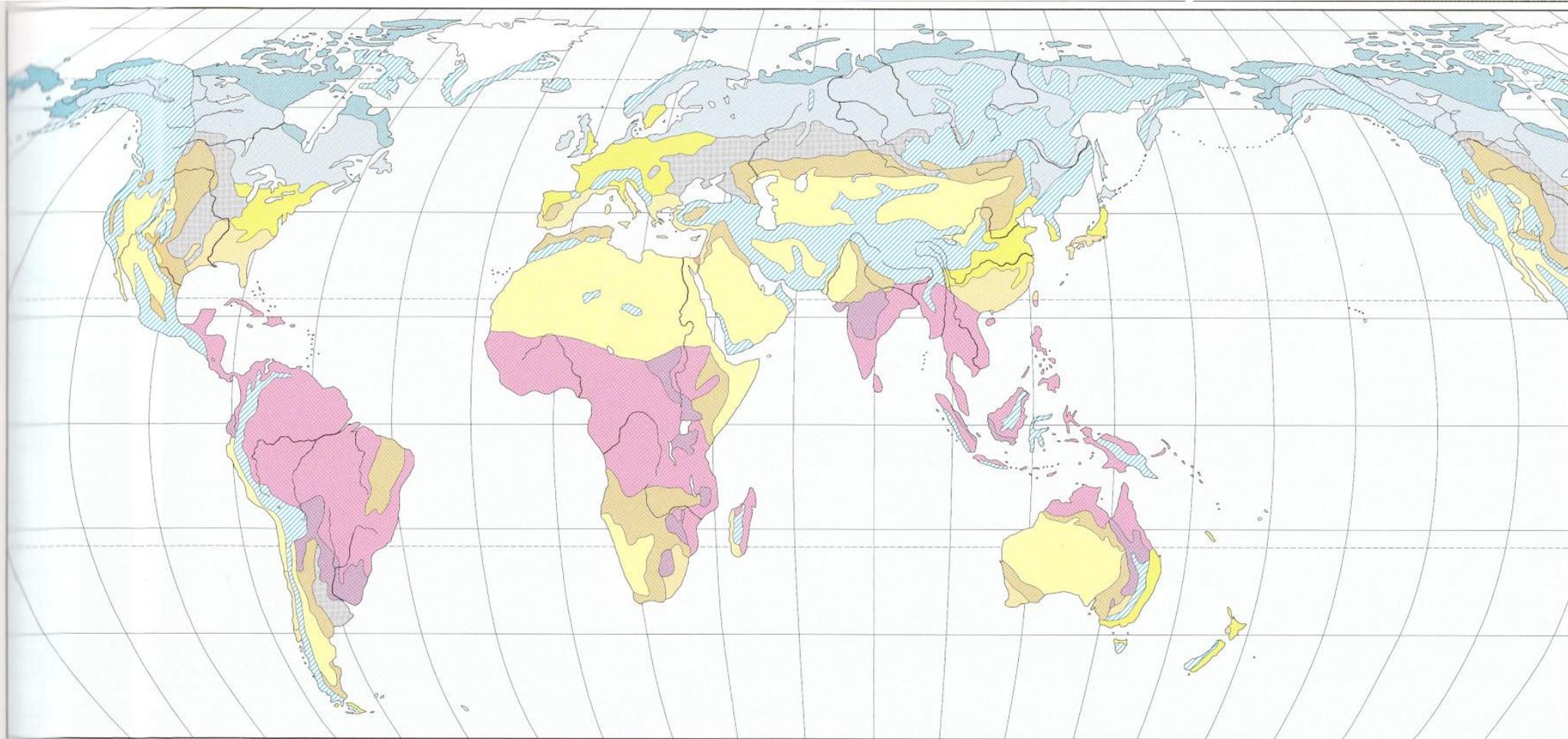


図 4-9 土壌分類と環境 (藤井 2018)



タンザニア中央部、ドドマ近郊にて（1990年頃）

## ②世界の土壌帯



0 3000km  
 (FAO/UNESCO  
 原図を簡略化)

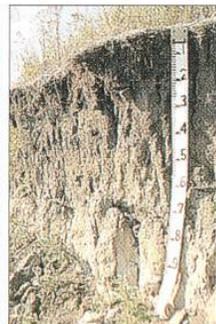
ポドゾル



チェルノゼム



プレーリー土



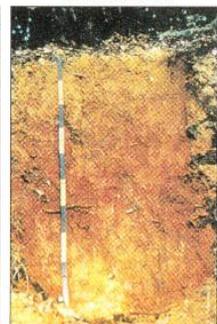
褐色森林土



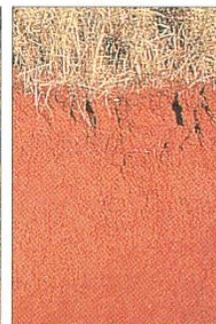
褐色土



赤黄色土



ラトソル



ウクライナ・チェルノゼムの耕地



(二宮書店、現代地図帳)

# サバンナ（サバナ）地域の土壌



塩基性岩石の緩斜面はオキシソル、花崗岩の平坦地はマサ

タンザニア中央部のサバンナ地域（1990年頃）。鉄棒で土を突き、穴に種をいれるが、その種は何種類かが混ざっているように見えた。



タンザニア1988乾季



タンザニア1988雨季

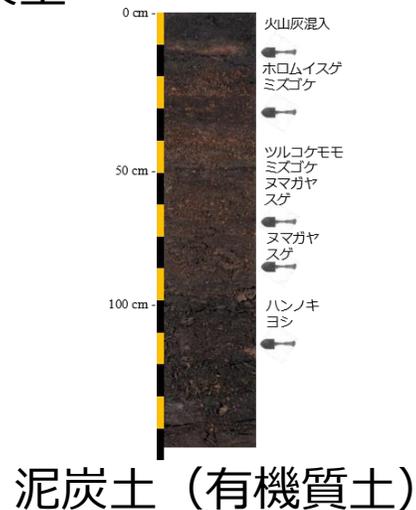


# 6. 日本の土壌

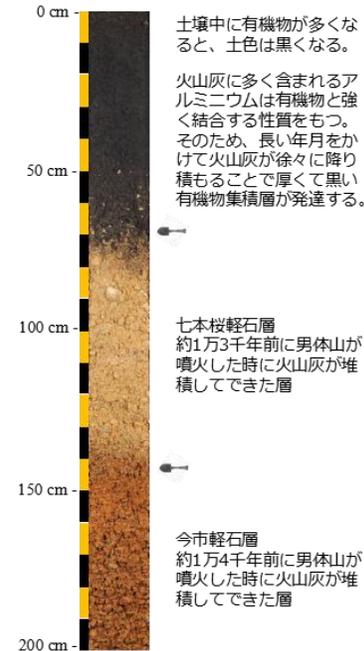
- 世界の土壌の12種類の中で、日本に分布するのは4種類  
⇒土壌の生成はその土地の地形、地質、気候、植生等の条件による（多様である）

- 日本の地形の大分類  
⇒山地、台地、沖積平野（川が現在の気候条件で形成した平野）  
地形に対応した土壌

- 重要な土壌  
⇒褐色森林土  
⇒黒ボク土（火山灰土壌）  
⇒未熟度・沖積土  
⇒泥炭土



沖積土（低地土）



褐色森林土



このホームページでは、土壌の種類ごとの分布状況が示されている土壌図、土壌の種類ごとの説明、土壌温度（平年値）図の分布図を閲覧できます。また、これらデータの提供も行っています。

土壌図

土壌特性  
数値地図

国際分類準拠  
土壌図

土壌断面DB

土壌管理  
アプリ集

土壌温度・  
水分推定値

土壌分類

土壌温度図

土壌図  
SOP

○URLを変更しました（2021.12）。

○土壌中の有機炭素と全窒素のマップを土壌特性数値地図に追加しました（2021.12）。

○旧農耕地土壌図は土壌特性数値地図に移動しました。

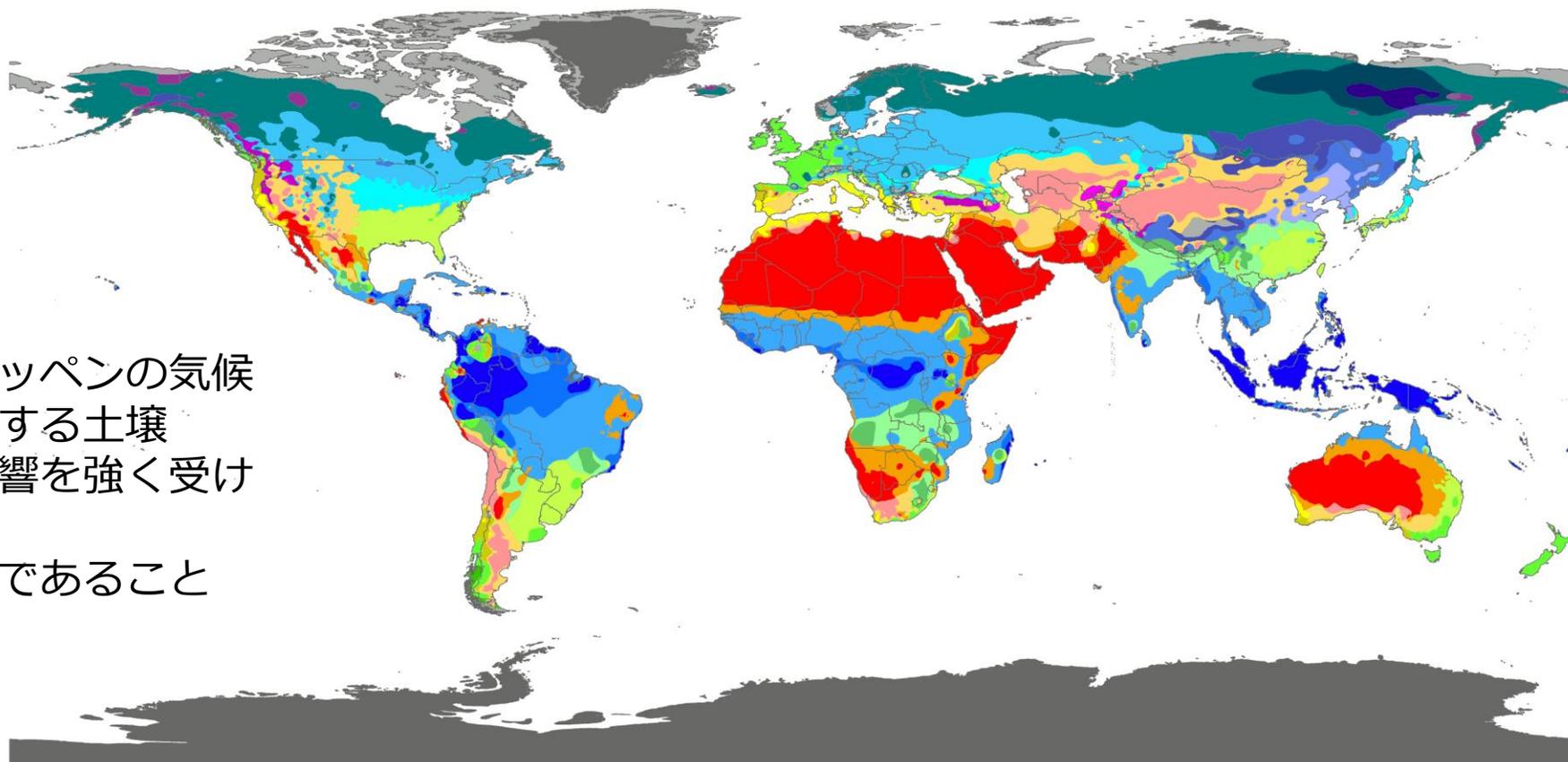
風にきく 土にふれる そしてはるかな時をおもい 環境をまもる

すべて

- A 造成土
- B 有機質土
- C ポドソル
- D1 未熟黒ボク土
- D2 グライ黒ボク土
- D3 多湿黒ボク土
- D4 褐色黒ボク土
- D5 非アロフェン質黒ボク土
- D6 アロフェン質黒ボク土
- E1 石灰性暗赤色土
- E2 酸性暗赤色土
- E3 塩基性暗赤色土
- F1 低地水田土
- F2 グライ低地土
- F3 灰色低地土
- F4 褐色低地土
- F5 未熟低地土
- G1 粘土集積赤黄色土
- G2 風化変質赤黄色土
- H1 停滞水グライ土
- H2 疑似グライ土
- I1 褐色森林土
- J1 火山放出物未熟土
- J2 砂質未熟土
- J3 固結岩屑土
- J4 陸成未熟土

# 7. 成帯土壌と間帯土壌

World map of Köppen-Geiger climate classification



成帯土壌とは、ケッペンの気候区分に沿って分布する土壌  
⇒気候と植生の影響を強く受けて生成  
注) マクロな見方であること



Af	BWh	Csa	Cwa	Cfa	Dsa	Dwa	Dfa	ET
Am	BWk	Csb	Cwb	Cfb	Dsb	Dwb	Dfb	EF
Aw	BSh	Cwc	Cfc	Dsc	Dwc	Dfc		
	BSk			Dsd	Dwd	Dfd		

Contact : Murray C. Peel (mpeel@unimelb.edu.au) for further information

DATA SOURCE : GHCN v2.0 station data  
Temperature (N = 4,844) and  
Precipitation (N = 12,396)

PERIOD OF RECORD : All available

MIN LENGTH : ≥30 for each month.

RESOLUTION : 0.1 degree lat/long

# 7. 成帯土壌と間帯土壌

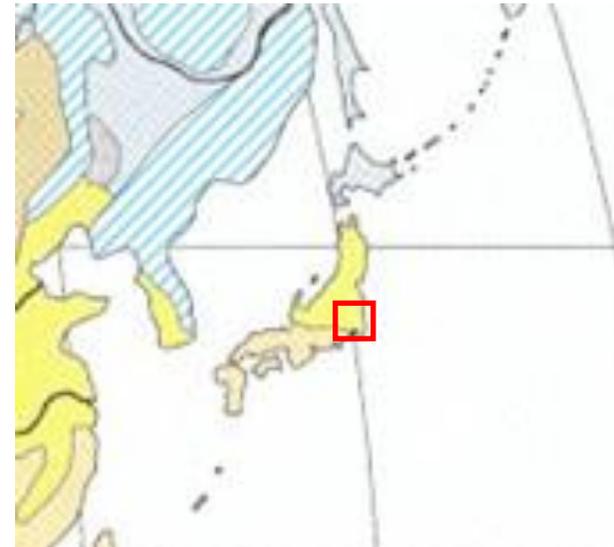
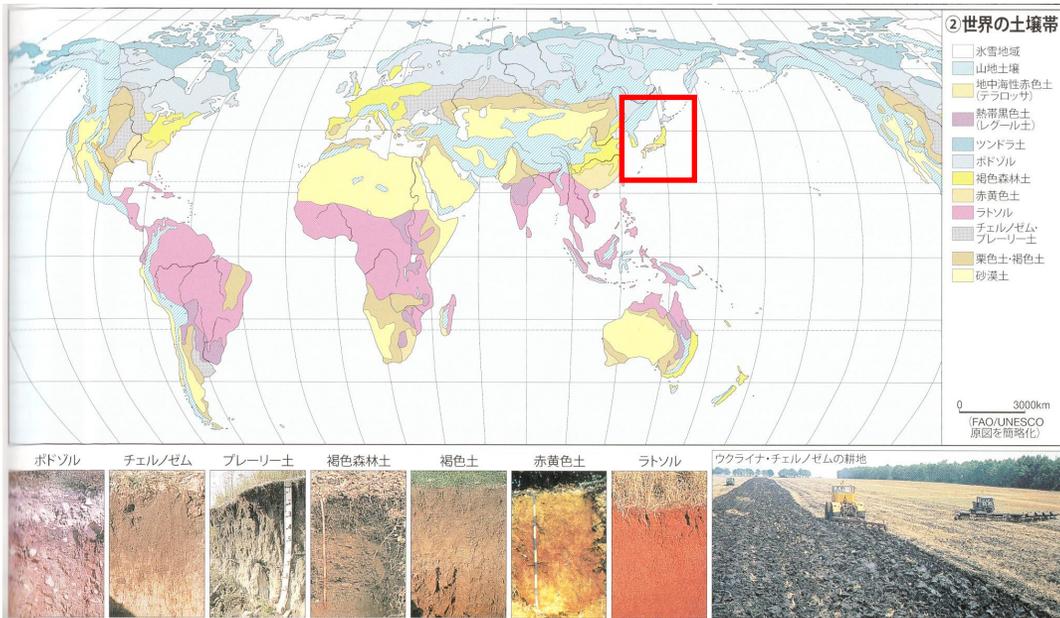
間帯土壌は母岩の性質の影響が強く、局地的に分布する土壌

- ・ レグール（デカン高原に分布するひび割れ粘土質土壌）
- ・ テラロッサ
- ・ テラローシャ
- ・ 関東ローム層
- ・ シラス



地理ラボ：間帯土壌

成帯土壌と間帯土壌を理解した上で、世界の土壌分布をどう理解するか



## 8. 土壌をめぐる問題

土壌は人間も含む生態系の維持に欠かせない貴重な資源である。

その資源を浪費していないか？

比較的肥沃な土壌（チェルノーゼム、粘土集積土壌、ひび割れ粘土質土壌）は地球の陸地の11%

⇒残りの89%は農業のために資材、エネルギーの投入を必要とする

### 土壌劣化

- ・ 土壌侵食（風食や水食）
- ・ 土壌有機物の損失
- ・ 養分不均衡
- ・ 土壌酸性化
- ・ 土壌汚染
- ・ 湛水
- ・ 土壌圧密
- ・ 土壌被覆
- ・ 塩類集積（塩害）
- ・ 土壌生物多様性の現象



ドロシア・ラング 放棄された農場、テキサス1938



ダイコン畑の侵食（農研機構）

FAO曰く「人類はもうこれ以上、必要不可欠な資源（土壌）をあたかも無尽蔵であるかのように扱うことはできない」

# ドロシア・ラング 大恐慌時代の写真で知られるアメリカの写真家



スタインベック「怒りの葡萄」で描かれた時代  
アメリカ、ハイプレーンズから西あるいは南に向かった  
開拓者の子孫であった35万人はどこにいったのだろうか  
失われた「私の青空」の世界...

# ACCELERATED SOIL EROSION

Soil erosion occurs when overland flow moves soil particles downslope. Erosion is greatest on bare slopes of fine particles, carving **rills** and **gullies**. A vegetation cover greatly reduces soil erosion.

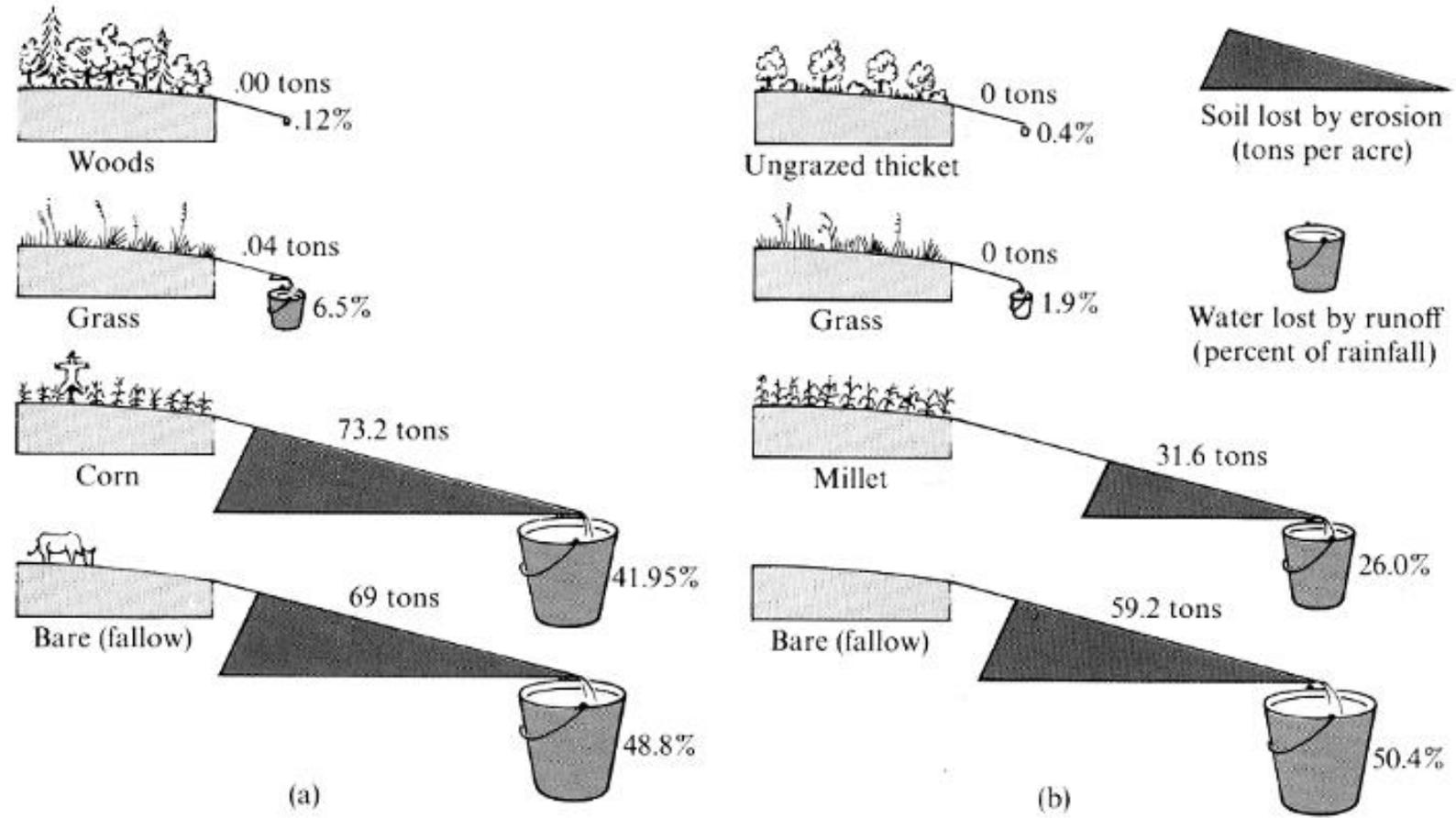


- Splash erosion (雨滴侵食)
- Sheet erosion (布状侵食)
- Rill erosion ⇒ Gullies



	Land use or cover type	Average annual runoff: cm/yr (in./yr)	Average annual sediment yield: metric tons/hectare (tons/acre)
Open land	Cultivated	40 (16)	50 (22)
	Pasture	38 (15)	3.6 (1.6)
Forest land	Abandoned fields	18 (7)	0.3 (0.13)
	Depleted hardwoods	13 (5)	0.2 (0.1)
	Pine plantations	2.5 (1)	0.05 (0.02)

# 異なる地表面からの土砂 流出量の違い



**Figure 15-15** Results from plot studies of runoff and erosion under various types of land use. (a) Midwestern United States. (Soil Conservation Service.) (b) Mpwapwa, Tanzania. (From Rapp et al. 1972.)

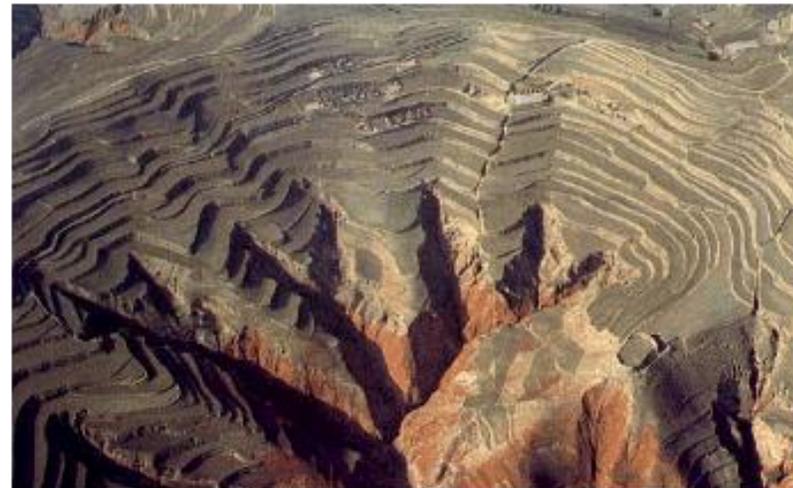
(Dunne & Leopold, [Water in Environmental Planning])

# SLOPE EROSION IN SEMIARID AND ARID ENVIRONMENTS



Clay beds form badlands at Zabriskie Point, Death Valley National Monument, California.

**Badlands** バッドランド(悪地地形)



**黄土高原**  
(中国黄土高原地貌图集:水利電力出版社)

土壌とは身近なものであるが、その恩恵に浴するわたしたちは、土壌の大切さに気がついているだろうか。