

11. 島根半島千酌海岸の洗濯板状地形構成岩石の物理・力学的性質

Physical and mechanical properties of sedimentary rocks forming washboard-like relief on wave-cut benches at Chikumi coast, Shimane Peninsula, Japan

○小暮哲也・村瀬知夏（島根大学）

1. はじめに

日本では、粒子が比較的粗い砂岩や凝灰岩と比較的細かい泥岩やシルト質岩石が交互に堆積している地層が多く見られる。海岸では、このような互層が波食棚を形成することがある。波食棚を構成する互層の物理・力学的性質が異なる場合、両者の侵食量に差が生じる。すなわち、侵食量が大きい岩石は小さい岩石に比べ比高が小さい。このとき、互層からなる波食棚の表面には連続した凹凸が見られ、それらは洗濯板状地形と呼ばれる。

国内では、神奈川県三浦半島荒崎海岸や宮崎県日南海岸青島において洗濯板状地形が知られており、形成プロセスが研究されている^{1) 2)}。地質は、荒崎海岸において凝灰岩 - 泥岩互層、青島において砂岩 - 泥岩互層である。両地域とも、侵食量が大きい岩石は泥岩であり、乾燥収縮・吸水膨張歪測定試験により、泥岩はもう片方の岩石よりスレーキングしやすいことが示された。したがって、波食棚における洗濯板状地形の形成要因として、岩石のスレーキング速度の違いが挙げられる。

島根半島の日本海側の海岸には砂岩 - 泥岩互層（以下、砂泥互層とする）からなる洗濯板状地形が分布する。形成要因として両岩石のスレーキング速度の違いが考えられるが、そのためには物理・力学的性質を調べる必要がある。それにより、日本の海岸で見られる洗濯板状地形の形成プロセスを議論する上で、これまで得られていなかった日本海側地域におけるデータを示せるため、学術的な価値が高い。また、島根半島では「くにびきジオパーク」として日本ジオパークや世界ジオパークの認定を目指した活動が行われている。洗濯板状地形の形成プロセスの解明は、地域の自然の成り立ちの理解につながり、こうしたジオパーク認定を目指すうえでも重要である。したがって、将来的な洗濯板状地形の形成プロセスの解明を目的として、本研究では島根半島の千酌海岸における洗濯板状地形の構成岩石の物理・力学的性質を調べたので、結果を報告する。

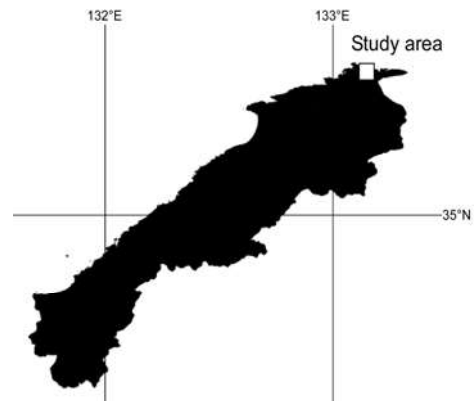


図 1. 千酌海岸の位置



図 2. 千酌海岸の洗濯板状地形

2. 調査地域

調査地域は島根半島東部に位置する千酌海岸である(図1)。千酌海岸には、東西約50 m、南北約60 mの範囲に洗濯板状地形が形成されている(図2)。洗濯板状地形を形成する岩石は新第三系牛切層(14.5-14.0 Ma)の砂泥互層(層厚約100 m)である³⁾。洗濯板状地形の尾根部は砂岩、谷部は泥岩からなり、砂岩および泥岩の厚さはそれぞれ1~5 cm、1~25 cmである。また、砂泥互層の走向傾斜はN80°E25°Nである。これらの岩石は剥離性が失われており、貝殻状の割れ口を示すことから、ホルンフェルス化していると考えられる。

3. 岩石の物理・力学試験

(1) 乾燥・水浸に伴う泥岩重量の時間変化確認予備試験

現場での観察から、千酌海岸の泥岩はスレーキングを起こしにくいことが予想された。すなわち、地盤工学会基準の「岩石のスレーキング試験方法(JGS2124)」による1回の乾燥水浸サイクルでは細片化されず、細片化するまで乾燥水浸サイクルを繰り返す必要があると考えられた。そのため、それぞれのサイクルに必要な所要時間を把握する必要があり、乾燥および水浸プロセスにより重量が一定に収束するまでの泥岩重量の時間変化を、予備試験により確認した。試験には、乾燥状態の試料の重量が51.30 gの泥岩片(未整形)を用いた。この試料を蒸留水に浸した状態でデシケータの中に入れた。岩石への水の浸潤を促進させるため、デシケータの中を真空状態にした(図3)。そして1時間ごとに試料の重量を測定した。その結果、泥岩が飽和するまでの時間は12時間、最大含水率は3.51%であった。飽和した試料が乾燥するまでの所要時間を測定するため、飽和試料を30℃の乾燥炉に入れ、1時間ごとに試料の重量を測定した。その結果、乾燥状態の重量まで低下する時間は27時間であった。



図3. 予備試験の様子

予備試験の結果をもとに、スレーキング試験を行った(図4)。約50 gの不定形試料を砂岩と泥岩それぞれ3つずつ用意し、乾燥重量を測定した。水浸させるため、蒸留水で満たした容器の中に目開き124 mmの網を設置し、その上に試料を載せ12時間放置した。予備試験と同様、容器を真



図4. スレーキング試験に用いた泥岩(上)と砂岩(下)

空状態のデシケータ内に設置した。12時間経過後、試料に触れず網を持ち上げ、30℃の乾燥炉に入れ27時間乾燥させた。以上の水浸・乾燥プロセスを1サイクルとし、1サイクルごとに試料の乾燥重量を測定した。

(3) 一軸圧縮試験

洗濯板状地形を構成する砂岩と泥岩から直径50mm、高さ100mmの円柱供試体をそれぞれ10本作成し一軸圧縮試験を行った。しかし、千酌海岸の洗濯板状地形を構成する砂岩層の層厚はほぼ5cm以下であり、供試体を10本作成することは困難であった。そのため、千酌海岸で採取した転石から供試体を1本作成するとともに、千酌海岸と同じ牛切層の砂岩が露出する須々海海岸から採取した砂岩を用いて残り9本の供試体を作成した。供試体を110℃で48時間以上乾燥させた後、乾燥重量および弾性波速度を測定し、一軸圧縮試験を行った。

4. 結果および考察

(1) スレーキング試験

図5にスレーキング試験の結果を示す。図の縦軸は試験開始前の乾燥重量に対する残留重量の割合(残留重量率)を、横軸はサイクル数を表す。14サイクル終了時までの結果では、泥岩(m1-3)、砂岩(s1-3)とも残留重量率が95%以上であった。この結果からは泥岩のスレーキング速度が大きいとは言えない。Matsukura and Yatsu (1982)⁴⁾によると、多くの泥岩では5サイ

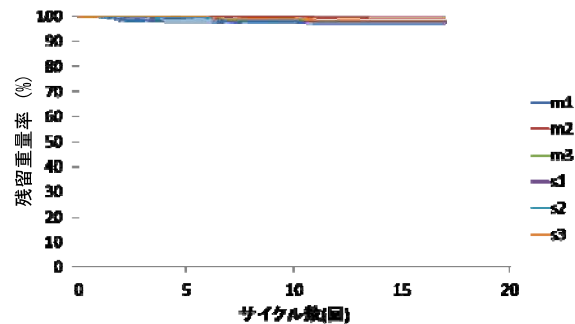


図5. スレーキング試験の結果

クル終了時の残留重量率が50%以下までする(図6)。一方、凝灰岩のスレーキング速度は小さく、20サイクル終了時に残留重量率が10%程度しか下がらないものもある。今回の砂岩泥岩のスレーキング速度は、これらの凝灰岩の値にほぼ等しい。千酌海岸の岩石はホルンフェルス化しており、一般的な泥岩に比べるとスレーキング速度が小さいと考えられる。したがって、洗濯板状地形の形成プロセスを明らかにするためには、スレーキング試験のサイクル数を増やし、砂岩と泥岩にスレーキング速度の違いを見極める必要がある。

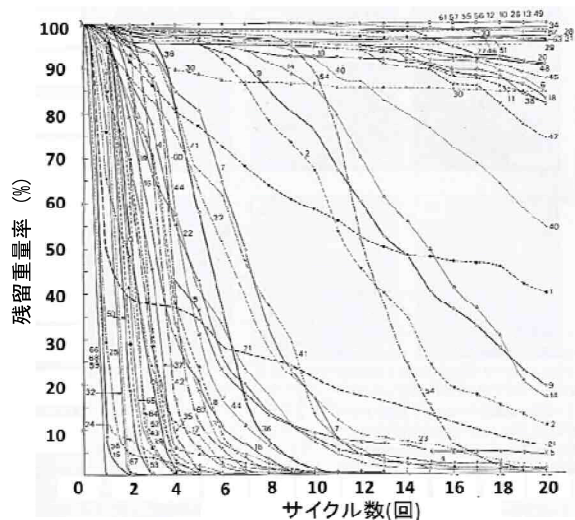


図6. スレーキング試験の結果⁴⁾

(2) 一軸圧縮試験

泥岩の一軸圧縮強度の最大値は219.07MPaで最小値は147.63MPaであり、平均値は

187.05 MPa であった。砂岩の一軸圧縮試験では、1本の供試体の強度が他の9本の強度に比べ著しく低かったため、そのデータを除外した。その結果、最大値は85.65 MPa、最小値は59.22 MPa、平均値は67.51 MPa であった。

泥岩の一軸圧縮強度は砂岩の強度に比べ約100 MPa 大きい。千酌海岸の洗濯板状地形では、尾根部を砂岩、谷部を泥岩が構成しており、強度の大きさと地形の凹凸の関係が逆転している。したがって、一軸圧縮強度の差異が洗濯板状地形の形成原因ではないことがわかった。

5. 結論

本研究では、島根半島千酌海岸における洗濯板状地形の形成要因を解明するため、スレーキング試験および一軸圧縮試験を行った。その結果、以下のことが明らかになった。尾根部を構成する砂岩の一軸圧縮強度は、谷部を構成する泥岩より弱い。したがって、一軸圧縮強度の差異が洗濯板状地形の形成原因ではないことがわかった。また、乾燥水浸を繰り返すスレーキング試験からは、14 サイクル終了時の砂岩と泥岩の残留重量率に差が生じなかった。したがって、千酌海岸の洗濯板状地形の形成プロセスを明らかにするためには、スレーキング試験のサイクル数を増やし、砂岩と泥岩にスレーキング速度の違いがあるか見極める必要がある。

参考文献

- 1) 鈴木隆介, 高橋健一, 砂村継夫, 寺田稔 (1970): 三浦半島荒崎海岸の波蝕棚にみられる洗濯板状起伏の形成について, 地理学評論, 43, 211-220.
- 2) 高橋健一 (1975): 日南海岸青島の「波状岩」の形成機構, 地理学評論, 48, 43-62
- 3) 鹿野和彦, 吉田史郎 (1985): 境港地域の地質, 通商産業省工業技術院地質調査所, 57p.
- 4) Matsukura, Y. and Yatsu, E. 1982. Wet-dry slaking of Tertiary shale and tuff, Trans., Japan. Geomor. Union 3, 25-39.