

カルスト台地と鍾乳洞

Karst Plateau and Limestone Caves

藤 川 将 之 (ふじかわ まさゆき)

美祿市立秋吉台科学博物館 学芸員

1. はじめに

カルスト地形とは炭酸塩岩が分布する地域の地表と地下に形成される，雨水や土壌水による溶食システムのことであり，その名称はスロベニア共和国の地方名に由来する。地表にはドリーネ，ウバーレ，ポリエなどの凹状地形やカレンフェルト（石灰岩柱が尖塔状に群立する平原）が広くみられる一方，地下では二酸化炭素を含む地下水の浸食による鍾乳洞が発達する。カルスト地形がみられる石灰岩地帯は汎世界的に分布しており，その石灰岩の形成時期や環境，また気候によってさまざまな景観をなす。

西南日本山口県に位置する秋吉台（口絵写真—1）は日本最大のカルスト台地として知られており，典型的なカルスト地形を示す。本論文では秋吉台のカルスト台地と鍾乳洞について，地質学的観点から概説し，あわせてカルスト台地の特殊土壌に触れる。

2. 秋吉台の概略

山口県中央部に位置する美祿市には，古生代の石炭紀前期～ペルム紀中期に堆積したとされる海洋島起源の石灰岩が広く分布する（図—1）。この石灰岩体は秋吉石灰岩（層群）と呼ばれており，日本列島を形成する古生代後期の付加体として国内外に広く認識されている。中国地方に分布する古生代後期の付加体およびその付加体を不整合に被覆する中生層からなる地帯を秋吉帯と呼ぶが，秋吉石灰岩のほか青海（新潟県），帝釈（広島県），

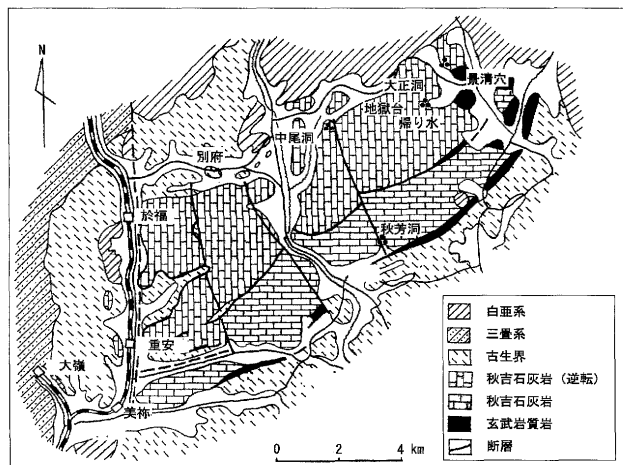
阿哲（岡山県），平尾（福岡県）などといった巨大な石灰岩体が一連の岩体として秋吉帯を構成している。いずれの石灰岩体でもカルスト地形の発達が顕著であり，石灰岩からは石炭紀～ペルム紀の有孔虫類，腕足類，サンゴ類やコノドントなどの化石の産出が多い。

秋吉石灰岩の周囲には三郡変成岩，三疊系美祿層群が断層あるいは不整合により接するほか，付加体として非石灰岩である砂岩，泥岩，チャート，玄武岩質岩が分布する。石灰岩の大部分は塊状無層理であるが，層理面が観察できる露頭も点在する。過去にはフズリナ化石による生物層序学研究により地層の逆転構造が発見され¹⁾，これをもとに日本列島形成の構造地質学的学説である秋吉造山運動が提唱された²⁾。以後も層序学，構造地質学，鉱物学，古生物学，地形学など地質学の研究には枚挙にいとまがなく，地質学の諸分野において秋吉台の詳細が明らかにされつつある。このように，秋吉台地域は日本の地質学発祥の地の一つであるといえる。

なお，秋吉台東部にある帰り水地域での地層の逆転構造については，小澤（1923）の提唱以降，解釈について賛否両論があった^{3)～5)}。しかしながら，Otaらによるボーリング調査⁶⁾および詳細な露頭観察により，現在では間違いなく地層が逆転していることが確認されている。また，秋吉石灰岩のすべてが上下逆転しているわけではなく，場所により層準が堆積時のものと異なる地域も存在する。

秋吉石灰岩は東西約17 km，南北約8 kmにわたり分布しており，層厚は約800 mに達するといわれている。台地のほぼ中央を南北に流れる厚東川（ことうがわ）によって東の台（狭義の秋吉台）と西の台に区分され，東の台は1928年（昭和3年）の天然記念物指定以降，国定公園指定（1955年（昭和30年）），特別天然記念物指定（1964年（昭和39年）），ラムサール条約登録湿地指定（2005年（平成17年））など多くの文化保護政策が推進されてきた。そのため，学術研究と観光資源としての利用が中心となっている。一方で，西の台では天然記念物，国定公園の指定区域から外れていることもあり，畜産試験場としての利用のほか，石灰石の採鉱が盛んである。2008年度（平成20年度）の石灰石生産量においては，国内5位（宇部興産，796万t），6位（住友大阪セメント，758万t）である⁷⁾。

秋吉台はまた，日本最大規模といわれる鍾乳洞・秋芳洞（あきよしどう；1922年（大正11年）天然記念物指



図—1 秋吉台地域の地質概略図

定, 1952年(昭和27年)特別天然記念物指定)(口絵写真一2)を有する地としても有名である。現在までに, 秋芳洞のほか大小およそ440の鍾乳洞が縦横に発達していることが確認されている。鍾乳洞の存在は古くより知られており, 鍾乳石に関する記載として10世紀の「延喜式」の付録「和名考異」(山口県資料古代篇による)があるとされる⁸⁾。明治以降は, 国内における洞窟学の研究対象として, 多くの研究者から熱い注目を受けてきた。いずれにせよ, 秋吉台地域は国内有数のカルスト台地として特殊な地質, 地形や生物相を構成することから, 自然科学の諸分野から重要視されている地域であるといえてよい。

3. カルスト台地の特殊土壌

カルスト台地の地表には母岩となる石灰岩塊だけではなく, 赤色土壌とよばれる表層土が広く分布する。被覆層の多寡により石灰岩柱の露出状態が異なり, それぞれの状態に応じて被覆カルスト, 半裸出カルスト, 裸出カルストといった呼び方が使用される。かつては「テラ・ロッサ」とよばれたその土壌は, その性質が酸性であり塩基飽和度が低いことからテラ・ロッサの定義にあたらない, とする意見がある⁹⁾。なお, テラ・ロッサとはイタリア語でバラ色の土を意味する, 地中海沿岸に分布する石灰岩質の赤色土壌のことである。多少の腐植を含む赤褐色の土層であり, 古土壌の名残であるとみられている。

秋吉台上に堆積する赤色の土壌は厚いところでは数mある。この土壌は石灰岩の風化による残渣のみによって構成されたとは量的に考えにくく, また, 中国大陸からの黄砂などを起源とする風成堆積物の石英粒子が大量に含まれている¹⁰⁾ことから, 堆積土壌の側面をもつことが推定される。また, 土壌に含まれる火山灰分析により, 始良Tn火山灰(約2万5千年前), 鬼界アカホヤ火山灰(約6千3百万年前), 阿蘇4火砕流堆積物(約9万年前)が検出されている¹¹⁾。以上のことから, 秋吉台上の赤色土壌は阿蘇4の堆積以後に形成された土壌であり, 現在に至るまで数万年の時間をかけて堆積と浸食を繰り返しながら形成された土壌であることが推定される。しかしながら, その生成メカニズムについては全容が解明されたとはいえず, 今後の土壌学的・地理学的研究が切望される。

鍾乳洞内には地下河川によって砂礫や泥質物質が運搬されるため, 洞内にも堆積物が存在する。母岩である秋吉石灰岩起源のもののほか, 周辺の砂岩泥岩起源のもの,

また, 河川上流に分布する中生界関門層群起源の砂礫の堆積層が確認される。秋芳洞内の礫層においては, 火山灰(阿蘇4)由来の重鉱物が報告されている^{12), 13)}。また, 同礫層中の木片により¹⁴C年代測定が行われ, 約2万3千年前という数値が得られている¹⁴⁾。総じて洞窟内の土壌は粘土質であり, 獣骨を含有する層も局所的ながら存在する。これらは基本的に雨水または地下河川水の流入により二次的に堆積したと考えてよい。そのため, ある程度カルスト台地上の堆積環境を反映していると考えられる。これらの堆積層は洞窟内における炭酸カルシウムの再晶出による洞窟生成物により被覆され, あるいは固着されることにより保存されることが多い。土壌としての特性と分類については, 今後の詳細な研究が待たれる。

参 考 文 献

- 1) 小澤儀明: 秋吉台石灰岩を含む所謂秩父古生層の層位学的研究, 地質学雑誌, Vol. 30, pp. 227~243, 1923.
- 2) Kobayashi, T.: Sakawa orogenic cycle and its bearing on the origin of the Japanese Islands, *Jour. Fac. Sci., Imp. Univ. Tokyo, Sec. II*, Vol. 5, pt. 7, pp. 219~578, 1941.
- 3) Toriyama, R.: New peculiar fusulinid genus from the Akiyoshi limestone, southwest Japan, *J. Paleont.*, Vol. 27, No. 2, pp. 251~256, 1953.
- 4) 長谷川美行: 秋吉台の地質構造に関する一考察(予報), 地球科学, No. 39, pp. 15~18, 1958.
- 5) 村田正文: 秋吉台の地質, 東北大学理学部地質学古生物学教室邦文報告, No. 53, pp. 1~46, 1961.
- 6) Ota, M.: Geological studies of Akiyoshi, Part 1. General geology of the Akiyoshi Limestone Group, *Bull. Akiyoshi-dai Mus. Nat. Hist.*, No. 12, pp. 1~33, 1977.
- 7) 石灰石鉱業協会調査部: 平成20年度石灰石, ドロマイトの生産・出荷統計分析, 石灰石, No. 360, pp. 54~74, 2009.
- 8) 河野通弘(編): 秋吉台の石灰洞 —石灰洞の科学—, 河野通弘教授退官記念事業会, pp. 1~225, 1980.
- 9) 岡本 透: 秋吉台の土壌の研究史 —土壌学と地質学による見方の違い—, 山口ケイビングクラブ会報, No. 35, pp. 15~18, 2000.
- 10) Mizota, C. and Matsuhisa, Y.: Eolian Additions to soils and sediments of Japan, *Soil Sci. Plant Nutr.*, Vol. 31, pp. 369~382, 1985.
- 11) 岡本 透: 秋吉台の土壌に含まれるテフラ起源物質, 洞窟学雑誌, No. 19, pp. 29~39, 1995.
- 12) 藤井厚志: 秋芳洞琴ヶ淵の段丘礫層の時代について, 洞窟研究, No. 1, pp. 1~3, 1969.
- 13) 藤井厚志・杉村昭弘・野島 哲: 秋芳洞の成因と発達, 洞窟研究, No. 5, pp. 1~23, 1973.
- 14) 田中和広・松尾征二・河野通弘: 石灰洞の堆積物, 秋吉台の鍾乳洞 —石灰洞の科学—, 河野通弘教授退官記念事業会, pp. 53~64, 1980.

(原稿受理 2010.3.30)