

洞くつ

赤木三郎 = 鳥取大学教育学部教授

洞くつの種類と分布

洞くつといえば、一般にはすぐ石灰岩分布地に発達した鍾乳洞が頭に浮かぶが、海岸の海食崖にできた海食洞や火山地帯の溶岩中に開口した溶岩洞、人工によって掘られた坑道なども広い意味の洞くつに含まれる。しかし、鍾乳洞が量・質ともに重要であり、石灰岩に開口する石灰洞の研究から洞くつに関する多くの成果が得られている。したがって、ここでは石灰洞（鍾乳洞）を中心に話をすすめることにする。洞くつの分布は、世界中のほとんどすべての地域に及んでおり、極地や高山にはアイス・ケーブがある。

日本でも洞くつの発達していない府県はない。日本列島は、島国で海岸線は長く火山国でもあるから、海食洞や溶岩洞くつも多く見られるが、石灰岩の発達もとりわけよいので各地に鍾乳洞ができています。その数は正確には掴めないが、2,000をくだらないことは確実に、数十の鍾乳洞は観光洞として開発されている（図1）。

鍾乳洞の発達には、母岩である石灰岩の分布に規制される。日本列島どいに伸びる古生層の分布地では、石灰岩中に例外なく大規模な洞くつが配列している。とくに西南日本内帯には、台地状の石灰岩があるので秋吉台、阿哲台、帝釈台などの名で知られており、洞くつの発達がよい。四国の南域に分布する外帯の中生層にも洞くつは形成されている。竜河洞は、ジュラ紀の三宝山石灰岩に開口したものである。また第三紀層の比較的うすい貝がら層や石灰質の岩石中にできた例としては、淡路島の野島鍾乳洞がある。これは、神戸層群中にレンズ状に発達したカキガラ層中に形成したものである。

いっぽう南西諸島の多くには、第四紀に形成されたサンゴ礁が隆起してできた台地に開口した鍾乳洞が無数にある。その一つ玉泉洞は、琉球石灰岩に開口しているが、母岩の性質が多孔質であらいため、二次生成物の発達がきわめてよい。

このように洞くつは、さまざまな時代の岩石を母岩にして発達しているが、それが形成される時期ということになると、後述するように第四紀に入ってからと考えられている。

日本の洞くつで最長のものは、岩手県の^{アツカ}安家洞といわれており、全長10 kmに達する。しかし世界的に見ればこれはまだ小規模の方に属し、有名なアメリカのマンモス洞は80 km、フラン

スのヘルロットホ洞は更に長いといわれている。いっぽう、日本の竖穴の深さでは、新潟県の青海石灰岩に開口する小穴が最も深く、関西大学探検部によると405mと報告されている。フランスのベルジャー洞は、世界一深く1,130mまで下降した記録がある。

洞くつの特異性

洞くつは、その形成過程から見て、成長期のものから消滅期のものまでいろいろとある。洞くつの形成に水は必要不可欠なので、一般に、洞内に水流のない洞くつは、すでに消滅期に入ったものといえよう。ふつう洞くつ内は、流水によって溶食されて二次的な生成物や堆積物をつくり、これらが洞くつ特有の異様な景観をつくっている。鍾乳石、石筍、石柱などがその主なものである。洞くつ内のこれら二次生成物は、母岩の石灰分が水中に溶解し、二酸化炭素を再び放出することによって沈澱して生成したものであることはよく知られている。その間の反応はつぎのように示される。



鍾乳洞の特異性は、この化学式で要約されるように、水による溶食作用と、方解石の再結晶（沈澱）によってもたらされたものである。鍾乳石の成長期間は、条件さえ揃えばごく短期間にもできるといわれている。チェコスロバキヤのスパール洞の鍾乳石は、1インチ成長するのに7年かかったという観測例がある。

洞くつ学の性格とその歴史

洞くつの環境に関する科学が、洞くつ学である。ギリシャ語の洞くつ（spelain）に由来して、スベレオロジ（speleology）とも呼ばれる。洞くつ学は総合科学の一つで、洞くつの物理的環境と生物的な事象をあつかう点で、海洋の環境をあつかう海洋学と似たような性格をもっている。最近流行しているケービングは、同じ洞くつを旨とするでもスポーツや探検的な要素の強い点で異質なものである。しかし、洞くつ学の開花に先立つ永い期間に、ケーパー達の果たした先駆的な役割ははかり知れないものがある。

洞くつ学成立までの歴史は、大観して4つの時期に時代区分できる。

1. 暗黒時代 = 18世紀頃まで
2. 探検時代 = 20世紀初頭まで
3. 英雄時代 = 1940年代まで
4. 総合化時代 = 現在

西欧でも日本でも洞くつは、長い間人間に忘れ

られていた。かつて遠い先祖が何千年にもわたって、安住の場として洞くつを利用していたにもかかわらず、18世紀頃まで人間は、恐怖心とタブーによって洞くつを敬遠し続けた。この時代が暗黒時代である。その後、興味と好奇心から人々が洞くつに目をむけるようになり、各地で探検がおこなわれるようになった。次第に洞くつの分布が明らかになり、内部の自然も記載されるようになった。洞くつ探検の技術も向上し、人間はスリルを求めて地下へ地下へと奥深く入っていった。20世紀初頭までを探検時代といえよう。

20世紀になってから1950年頃までは、洞くつ学の英雄時代である。洞くつ生物を研究したジェンナーなどのすぐれた生物学者が続出して、分類や生態の研究は向上し、洞くつ研究の主流は、生物学者によったほどである。また、洞くつの形成をめぐるデービスとスインナートンの論争があったり、アリソンによる鍾乳石のすぐれた研究が行なわれた。その後、こうした成果をうけついで、洞くつを総合的に把握しようとする方向が次第に芽ばえ、外国では洞くつ学会が誕生した。洞くつの科学の内容は多岐にわたっている。生物学・地質学・鉱物学・人類学・陸水学・考古学などの多くの分野と関連しあっている。とくに第四紀学的なとらえ方は洞くつ学でも必要で、第四紀学の重要なテーマの一つとして位置づけられている。

日本では洞くつの科学の目覚めはおそかった。しかし、探検時代の始まりはヨーロッパより早かったかもしれない。それは、鍾乳石を石薬として利用したことにもあらわれており、日本人の自然観に洞くつを信仰と結びつける要素があったこととも関連しているのであろう。戦後になって洞くつがにわかに注目されだし、ケービングの流行を追いかけるように洞くつ研究が盛んになったが、しかし洞くつ学としてはまだ統一されてはいない。

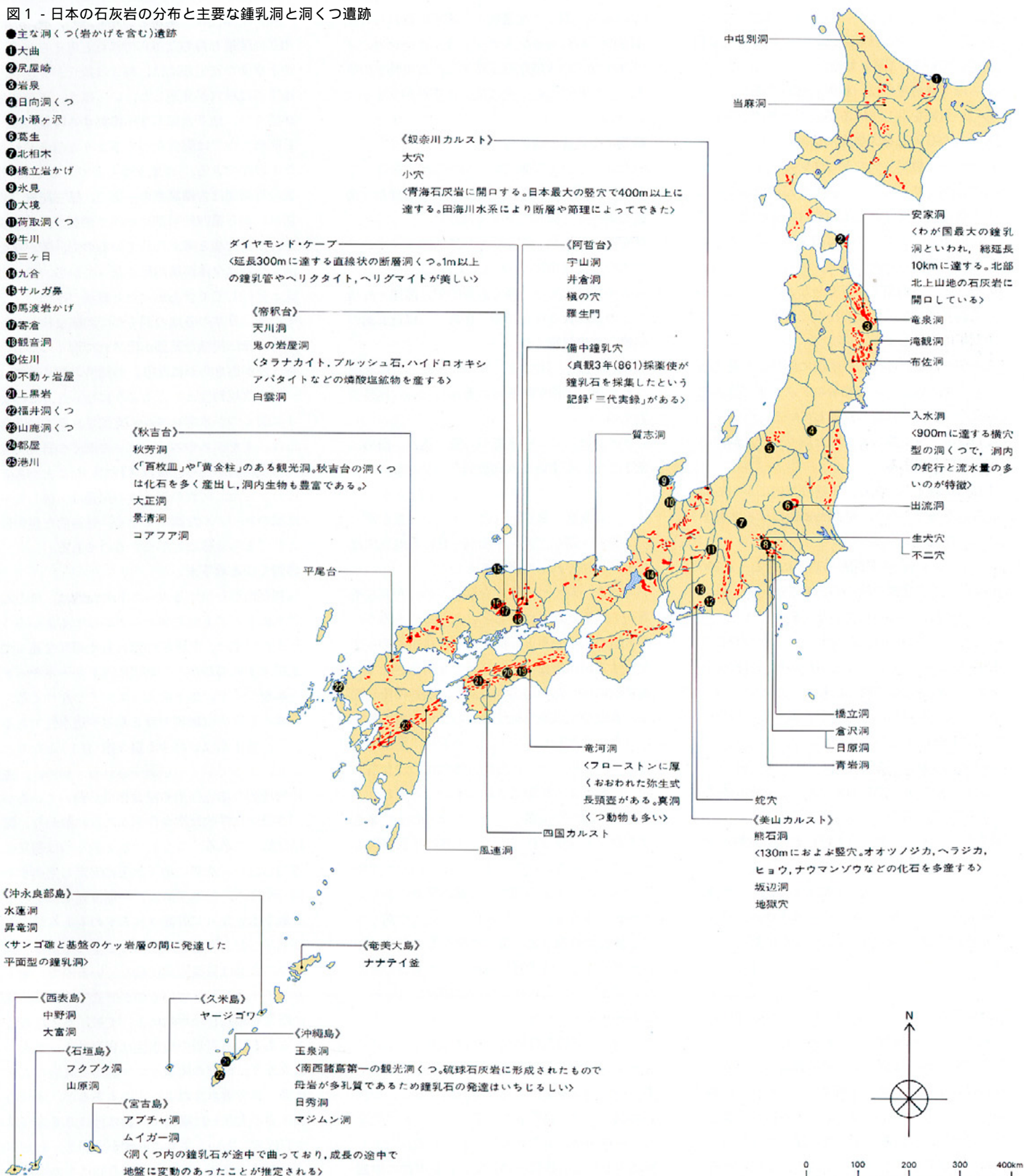
阿哲台の洞くつ群

岡山県の北部、吉備高原の一かくに石灰岩の露出するカルスト台地がある。ここを阿哲台と呼んでいる。阿哲台は、海拔400m前後の台地をつくり、広さは、東西に20km、南北に10kmに及ぶ。この広い台地には、高梁川が貫流し、その支流の佐伏川、本郷川などにより、台地は石蟹郷台、草間台、豊永台などの各ブロックに分けられている。台地の上は、カルスト特有の地

図1 - 日本の石灰岩の分布と主要な鍾乳洞と洞くつ遺跡

●主な洞くつ(岩かけを含む)遺跡

- ①大曲
- ②尻屋崎
- ③岩泉
- ④日向洞くつ
- ⑤小瀬ヶ沢
- ⑥葛生
- ⑦北相木
- ⑧橋立岩かけ
- ⑨水見
- ⑩大境
- ⑪荷取洞くつ
- ⑫牛川
- ⑬三ヶ日
- ⑭九合
- ⑮サルガ鼻
- ⑯馬渡岩かけ
- ⑰寄倉
- ⑱観音洞
- ⑲佐川
- ⑳不動ヶ岩屋
- ㉑上黒岩
- ㉒福井洞くつ
- ㉓山鹿洞くつ
- ㉔都屋
- ㉕港川



形が展開されているが、秋吉台とは違って早くから開け、農家が散在していて土地は高度に利用されている。(図2参照)

いっぽう峡谷ぞいは、石灰岩壁がそそり立つ珍しい景観を呈しているが、ここでは工業原料としての石灰岩を大規模に採掘しているので、その山容は急ピッチで変っている。

この台地と峡谷に多くの洞くつが開口している。その数は、調査されたものだけでも80以上に達し、国や県の天然記念物に指定されているものも多い。これらの洞くつは、阿哲台洞くつ団研グループ、岡山洞くつ研究会などによってくわしく調査された。代表的な洞くつについて、以下簡単に解説しよう。

鬼女洞^{きめん}＝高梁川の河岸の中腹に開口した貫通型のトンネル穴で、石蟹郷台のドリーネ(落込穴)の底の吸い込み穴から貫通している。

矢の口洞＝鬼女洞とよく似た洞くつで、洞内の蛇行が顕著である。

井倉洞＝観光洞である。圧巻は洞内にかかる50mの地下滝であろう。草間台に開口する井倉上ノ穴に連結している。

ゴンボウゾネ洞＝草間台の岩中にある。1,100mに達する大規模の洞くつであるが、永く岩中部の人にも忘れられていた。洞内には、江戸時代末の年号の入った落書があり、その頃まで岩中の人が入っていたことがわかる。鍾乳管を採集し、石薬として売り出していたという。

羅生門洞＝国指定の天然記念物羅生門(石門)に続きドリーネ底から入洞する洞くつで、佐伏川の河岸に開口する湯川洞と地下で連絡する。宇山洞＝ナウマン象の旧歯を産したことがある。大洞くつで、洞くつ真珠^{マキ}を多産する。

満奇洞^{マキ}＝古くから横ノ穴と呼ばれていた観光洞で平面的な横穴である。ヘリクタイトなどの二次生成物も多い。昭和20年頃までは洞内に流水が豊富であったが、背後の山の樹木を伐ってから洞内の水はかれ気味である。(図7参照)

風戸の穴＝満奇洞と谷をはさんで発達する横穴。佐伏川の河岸には、潮滝と呼ぶ間けつ冷泉があり、湯川洞の洞口付近には水含石と呼んでいる石灰華の厚い堆積物が見られる。

阿哲の石灰洞には洞くつ生物も豊富で、コウモリ穴は文字通りコウモリが多く、30種以上の洞くつ動物が知られている。洞くつ動物は、昆虫類、クモ類、多虫類、甲殻類、脱足類などが知られ、今後の研究ではもっとふえると思われる。

このほか、洞くつ堆積物や石灰岩の割れ目の充填物と一緒にニホンムカシジカ、カモシカ、ノウサギなどの大型化石を産出し、古生物学の研究や、生物進化の研究に重要な手がかりを与えている。

洞くつ発達の規則性

みたところ全く不規則に、でたらめに発達しているかのように見える洞くつも、その分布や構造を調べると決してそうではない。

高安は、阿哲台の洞くつを形態的に3つのタイプに分けた(1973)。それによると、Aタイプは、天井が高く直線的で、節理・断層などの割れ目の存在が強く影響した構造支配の明瞭な直線型洞くつ。

Bタイプは、天井は低く平坦で、割れ目に支配された狭い通路が網目状に連絡した横穴迷路型洞くつ。

Cタイプは、ドリーネ底から吸い込み、斜めに低下していくすいこみ穴型洞くつである。

井倉洞・ゴンボウゾネ洞・ニツ木洞などがAタイプ。満奇洞・風戸ノ穴はBタイプ。鬼女洞・矢ノ口洞・羅生門洞・宇山洞・白嶺坂鍾乳穴^{トメサカナチアソ}はCタイプにそれぞれ属するとした。

いっぽう、洞くつの発達を洞くつの分布高度や周辺の地形と結びつけるとどうなるであろうか。鍾乳洞の垂直分布と、高梁川・佐伏川にそって発達する河岸段丘の発達高度とを対応させて、模式的に示したのが図3である。洞外の段丘面は、高位のものから低位のものまで4段に分けられる。すなわち、谷合面、井倉面、桑原面、唐松面の4段で、これらは、第四紀の浸食基準面の変動によって形成されたものと考えられ、洪積世中期から後期へかけての日本各地に発達する段丘と対比されていて、大体の地質時代も推定されている。図を一見すれば、洞くつの垂直分布と地形面との間に、密接な関連のあることがわかるであろう。とくに、横穴型の洞くつが、段丘面の高さとも一致して発達していることにおどろくし、水含石の分布高度や潮滝の高度も、洞くつ外の地形面と密接に関連していることがわかる。

洞くつ形成の時代性については、洞くつ団研グループが、1968年以来帝釈峡で調査をすすめてきて一つの仮説を出した。それによると、帝釈峡の洞くつは、高度的には5つのレベルに発達し、それらは、洞外の地形、とくに段丘とよく対応する。形成時代は第四紀で、洪積世の中期

以後、河岸段丘の発達とよく対応し、成因的に相互に関連を持ちながらできたと考えられる。地下水面の安定期には、外では段丘が発達し、地下には横穴が発達した。いっぽう、下刻作用が盛んで、地下水面が下へ移動する時期には、石灰岩の中では縦穴をつくるような溶食がおきたと推論できる。台地をつくっている400m前後の高原面は吉備高原の一部で、第三紀末(鮮新世)から第四紀早期にかけて削剥されて形成された浸食面と考えられているので、帝釈峡の洞くつ群は全体が第四紀になってから、段丘形成と並行してできあがったと結論づけた。

その後、日本の各地の洞くつで同様な検討がなされ、ほぼ同様な結論が出されて洞くつ形成の時代性があきらかになり、台地性の洞くつでは一般的な規則性といえるようになった。このように洞くつが水準レベルに支配されるという考えは、イギリスやスエーデンの洞くつ研究でも同様な結論が得られ報告されていたことがあとでわかった。阿哲の洞くつの発達は、決して一地域のローカルな傾向でなく、普遍的な規則性としてとらえることができるのである。

洞くつと地下水

独特な地形を呈するカルストの台地は、ほとんど水によってもたらされたといってもよからう。地表の雨水は、石灰岩の割れ目や節理を通して直接地下に導かれ、地表にはドリーネやポリーエをつくり、地下に入って洞くつをつくる。日本の石灰岩は緻密でほとんど不透水性であるから、地下水はいわゆる裂水^(注1)となり、これによって洞くつが形成される。初めは、主に物理的な滲透作用や浸食作用が働いているが、引き続き化学的な溶食作用がこれに加わり、流路は拡大される。こうして水と洞くつは相互に作用しあい、次第に地下水系は安定し発達する。洞くつに入った地下水は、一部は地下にそのまま地下水となって貯溜されるものもあるが、再び湧泉となって地表に出てくるものもある。洞くつの表面は直接空気に接しているので、地下水は不圧水となっているのが普通であるが、時に断層やわれ目の形状によって被圧水となることもある。石灰岩の透水性は岩質によって大いに異なり、沖縄の隆起サンゴ礁の石灰岩のように多孔質で透水性のよいものもあるが、本州の石灰岩の大部分は緻密で、透水性は0.6%(葛生石灰岩)というようにわずかである。したがって洞くつ水は、洞くつを通る間に水の中に力

<注1> 裂力とは、種々の原因により生じた岩石中の割れ目をいう。裂力水とは、この割れ目を通る水である。石灰岩台地上では、雨水は石灰岩の割れ目沿って浸透し、石灰岩を溶食してその割れ目を次第に大きくし、そこにくぼ地をつくる。これをドリーネという。したがってドリーネは、カルスト地形を特徴づける

ルシウムやマグネシウムを大量に溶存するが、表流水を地下に導き再湧出するためのパイプの役目しか果たさないから、水質は供給時の組成に近いものである。洞くつ水は、濾過作用や浄化作用をほとんどうけることがない。

この点で、砂礫層などを透水する間隙水とは全く異質といわなければならない。開発の進んでいる石灰岩地域で、下水処理を自然の浄化作用に期待して、台地上のドリーネなどに下水を投棄する例があるが、これは安易な考え方であって今後大きな問題となるであろう。

洞くつ水が再び湧泉となり地表に出る例は、石灰岩地では極めて多い。しかも、この水がしばらく地表を流れて再度地下に流入することがある。秋吉台の有名な「帰り水」はこのような現象から名づけられたものであるし、また平尾台でも湧泉 → 水流 → 潜入の経路をとる水系に「帰り水」の名をつけている。1925年、秋吉台の地質構造と紡錘虫の研究で近代地質学の途を開いた小沢義明は、その同じ年に、秋吉台の地形とくに台地上の微地形が地質構造をよく反映し、更には地下水系に関係していることをのべた。そのなかで狭義の秋吉台の地下水系を帰り水地下水系と滝穴地下水系の2つに分け、これらを、洞くつ、ドリーネ列、地質構造の諸事象から説明している。帰り水地下水系の一部が、一時地下流の窓となったところが帰り水である。

秋芳洞は古くは滝穴と呼ばれ、湧出する豊富な地下水は下流の200haの水田を涵養している。井倉洞では5,100m³/日、コウモリ穴では8,000m³/日の大量の地下水が湧出しており、日本全体では莫大数量にのぼるものと考えられる。

1967年、帝釈峽を中心とする北備後台地で地下水調査が実施された。それによると、帝釈地方の年雨量は1,970mm（10年平均）で、気温は年平均10.6℃、最高23℃、最低-1℃である。瀬戸内海に面した松永では雨量は1,160mmで、総雨量と流出した量はまちまちであるが、非石灰岩地では96～94%の流出量があるのに、石灰岩地では64%の流出にとどまっている。これは石灰岩地では、地下の空洞に水が貯溜されたことを示している。

そのうち特に興味深いのは、禅仏寺谷とマス養魚場間の水収支に関する実態である。禅仏寺谷は、ほぼ南-北にのびるウパーレで、その谷頭では、表面流量1,136,000tであるが、この水

る微地形で、その形態は成因により異なるが、一般に皿状と漏斗状に分かれる。また多くの場合、洞くつ内に地表水が流れこむところになる。浸食がさらにすすみ、ドリーネが合体して溝状の凹地形をつくるとき、これをウパーレといい、盆地状の地形をつくるときボリーエとよぶ。隣接する二つのドリーネの底部が地下

の洞くつで結ばれ、浸食がさらにすすんで洞くつの周壁が破壊されて洞くつが消滅するとき、しばしば天然橋を形成する。帝釈峽の雄橋・雌橋、阿哲台の羅生門などがそれである。（赤木）

図2 - 阿哲台カルストと主な鍾乳洞<原図・高安による>

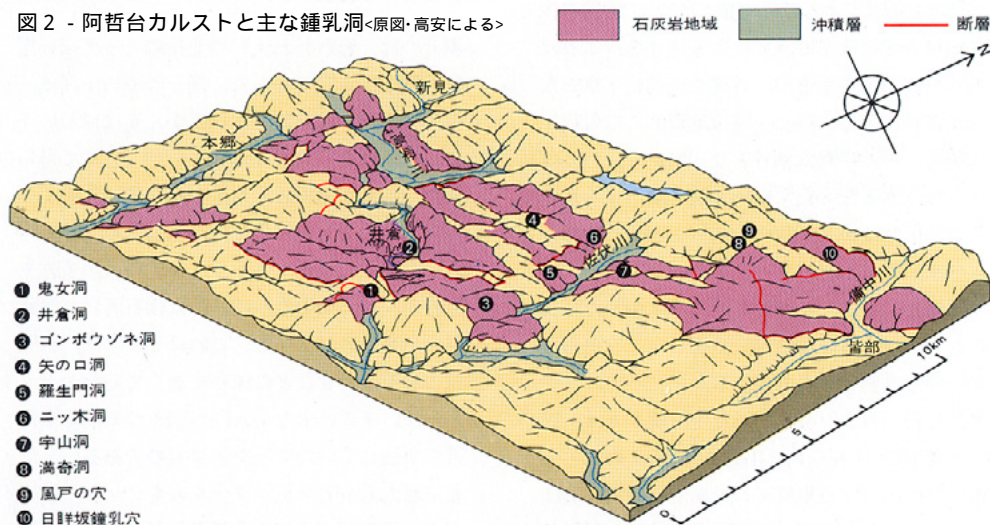


図3 - 鍾乳洞の発達と地形面(段丘面)との比較を示す模式図

<阿哲団体研究グループ、1970>

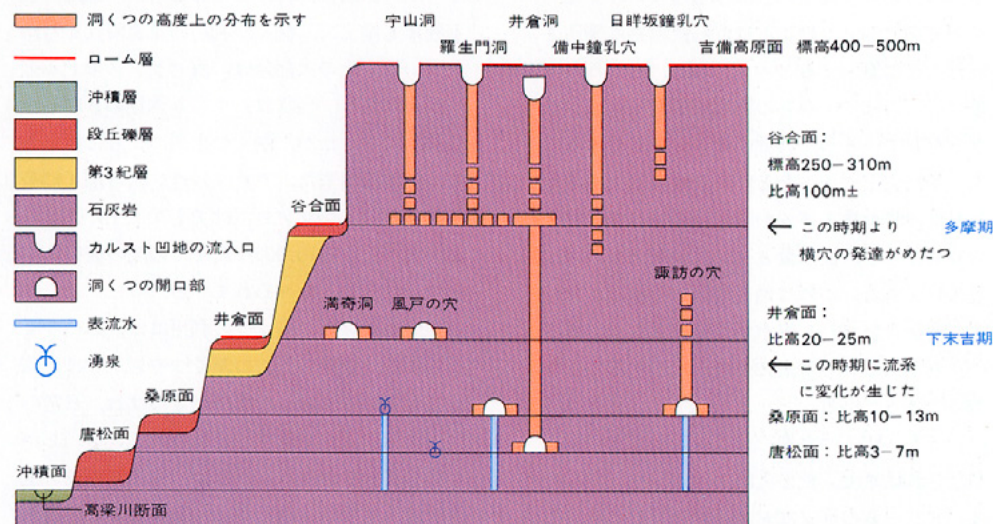
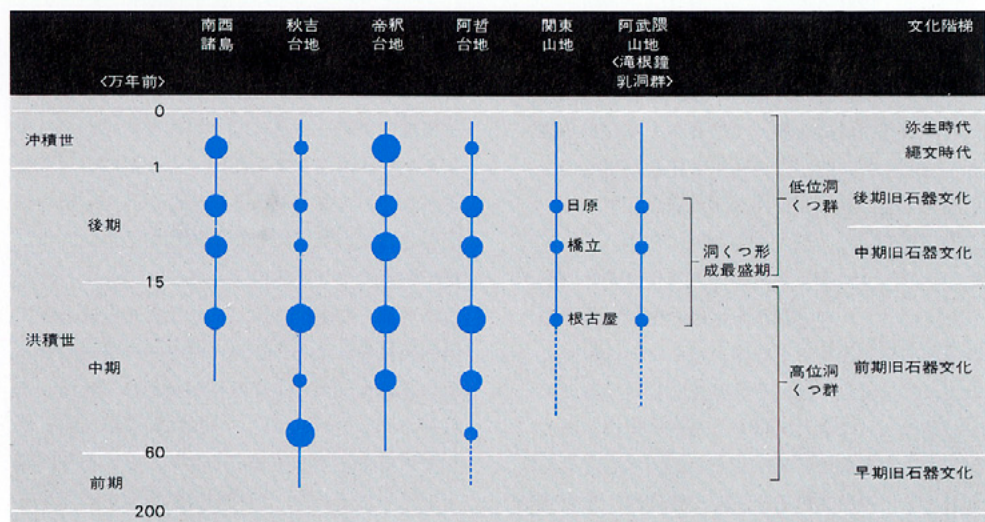


図4 - 洞くつの形成時期

<洞くつ団研グループ、1974>



●注 ●の大きさは洞くつ発達程度を表わす

が約 2 km 流下する間に水量がまし、谷尻の流入口付近では3,756,000 tにも達する。これは約 3 倍の増加であるが、谷尻で全部地下水となって洞内に入る。禅仏寺谷は地形的には帝釈川にそそぐが、平時は枯谷^{カレ}となっている。いっぽう、地下水となった水はマス池で湧出するが、その湧出量は2,670,000 tで、この間に約10万 tの水が行方不明である。禅仏寺谷の水がマス池に出ることは、たまたま上流にまかれた農薬のため、マス池の稚魚が大量死したことからはからずとも判明したものである。

また帝釈川の水をせきとめた帝釈峡ダムは、総貯水量 13,304,600 t、出力4,400 kwの水力発電を目的とした小規模ダムである。集水面積は117km²、年間堆砂量402m³、集水地域km²当り年39m³という全国で稀にみる埋没のすくないダムであるが、このことは、石灰岩地に築造されたことに原因すると考えられる。ところが度重なるダムサイトからの漏水で何度も止水グラウトをしているが、大量のセメントを要するのみでまだ完全に止ったといえない現状である。しかも、降水量とダムの貯水量の増加が計算どおりにならず、放水量とダム水位低下との間にもズレがある。これは地表地形から推定した貯水容積をうわまわる貯水が可能であるか、あるいは別な水系からの未知の流入水があることを暗に物語っている。

いっぽう、洞くつ水理の研究にも新しい試みがなされ始めた。たとえばモラビッツ（1970）は、ドリーネの形成における水の役割に注目し、浸食量やドリーネの分布密度からそれに働いた水の量を試算したり、ドリーネの斜面の角度や長さや土壌の関係を量的に示す試みをしている。カール（1969）は、カルスト地域における洞くつの開口部の計測と洞くつの長さの実測から推計学的にモデル化し、カルスト定数なるものを定義して他の地域のカルストに適用している。柴崎（1969）は、洞くつの側壁に残されたノッチのレリーフが洞くつ水の側方浸食の産物であり、そのノッチの曲線から水位の変動を示す頻度分布曲線を描くことを考えだした。これによって、水位変動の傾向や流動量を推定することが可能になってきた。従来、量的に把握しにくかったこの方面の研究に新しい方向を与えるものとして注目される。洞くつ水理は、水収支の研究や地下水系の発達史を解明する上で、今後に残された重要な課題であるといえよう。

洞くつと遺跡

洞くつは、われわれ人間の先祖にとって永い期間恰好な住み家であった。洞くつや岩かげは、風雨や雪をさけられ、冬は暖かく夏は涼しいうえ、生活に必要な水はたいていすぐ近くで得られた。加えて食料とした獣や魚介類は、洞くつの背後の山や目の前の川で得られるという多くの利点があったからであろう。多くの人類遺跡や遺物が、洞くつや岩かげ、時には石灰岩の割れ目から発見されている。これは一つには、石灰質の岩石が人骨などの保存に適していたこともあるが、まぎれもなく人間が洞くつや洞くつ付近で生活していたことを示すものである。

北京原人もネアンデルタール人もクロマニヨン人も、最初洞くつから発見された、旧石器時代の中頃、洪積世の後期になると急激に遺跡の数も種類も増えて、洞くつ利用の全盛時代をむかえている。その大部分は、南フランスのドルドーニュにある。当時は、ウルム氷期のきびしい気候下にあったが、洞くつ生活によって耐えしのぐことが出来た。クロマニヨン人の洞くつ芸術の遺跡は、フランスだけでも70以上に達し、28,000年前から10,000年前までの間の彼等の文化は、詳しくしらべられている。

クロマニヨン人の洞くつの利用には、ふつう2通りある。住居としての洞くつや岩かげは、広くて大きい谷に面した場所がえられ、日常の生活を示す道具や遺物が発見されている。しかし装飾品や壁画はみられない。芸術性の高い壁画の書かれている洞くつは、長い廊下や蛇行して通りにくい洞くつの中で発見されている。天井いっばいに躍動する動物を描くには非常な勇氣と苦勞が必要であり、まじないか何かの祈りの為のものではなかったかといわれている。

有名なアルターミラの洞くつは、スペインのサンタンデルに住んでいた地主の親娘によって発見されたが、あまりにも芸術性が高く、新鮮に保存されていたので一時は偽物あつかいされた程である。フランスのドルドーニュの谷にあるラスコーの洞くつは、1940年に子供によって偶然発見されたが、細長い洞くつにびっしりとウマ・シカ・ヤギウウの絵がかかれていた。これらの洞くつ絵画には、すでに絶滅しているマンモス象や、毛サイヤバイソンなどの狩りの様子も見られるので、当時の自然環境を研究するうえでも貴重な資料となっている。

洞くつは、アメリカ大陸の先住民族であるアメ

リカ・インディアンによっても大いに利用されたし、日本人の先祖も洞くつや岩かげを利用したことが最近次第にはっきりしてきた。

日本では、まだ洞くつ絵画は発見されていないが、洞くつ遺跡は各地に知られ無土器文化層もかなり知られるようになった。北九州の福井遺跡は洞くつ内の堆積物が6メートルに達し、16層に分けられたが基盤に近い15層（約32,000年前）からは、大型のスクレイパー・握槌などが発見されている。

1961年に帝釈峡で偶然発見された馬渡遺跡は、石灰岩の岩かげに発達したもので、縄文早期の土器のほか柳葉型のポイントも出土した。そして帝釈峡遺跡群調査団が編成され、以来精力的に発掘作業がすすめられている。帝釈峡の遺跡の多くは、現在の河床よりも高いところに開口した陽当りのよい場所に位置している。イノシシやシカ、カワシンジュガイが自然遺物としては圧倒的に多く、他にオオツノジカもあることが報告されている。日本の洞くつ遺跡は外国のそれとはかなり様子が違うが、洪積人類の発見される可能性は強く、今後どのような大発見があるかもわからない。

洞くつと生物

初期の洞くつ研究が生物学者によって精力的にすすめられたことはすでに述べた。洞くつ内の生物は、暗黒で多湿な環境に適応したものが多く、進化や変異、地理的分布などの研究には貴重な資料を提供している。とくに新種や珍種を求める生物分類の学者にとっては、洞くつ生物はまさにその宝庫である。洞くつ内の生物は決してバラエティに富んだものではなく、乏しい餌を求めてギリギリの生活をしているものが多い。洞くつの内には葉緑体をかくバクテリアや放線菌類および菌類などの植物があり、無機体から食物を合成し洞くつ内の小動物の餌となっている。これらはまた魚類などの大きな動物の栄養源となって洞くつの生物の食物連鎖の一部となっている。洞くつ生物のうち一生を暗黒中に生活し、洞くつに限って生息している種類がある。これらは色素が後退して白化したり、無眼のものもあって真洞くつ性生物と呼ばれている。真洞くつ性動物が、いつ、どのように分化し、種として固定したかという問題も第四紀学の課題となるものであるが、もっとも直接的で重要なのは、洞くつが古生物の研究にとって大切な化石を産出することにある。石灰質の殻を

もった生物や骨格をもった生物の大型化石も洞くつ内では保存されやすく、いい材料を提供する。ただし、コウモリや好洞くつ性のアナグマなどをのぞけばほとんどのものが、洞外に住んでいた生物で、その遺骸が二次的に移動して堆積したものである。阿哲の宇山洞から出たナウマン象も、秋吉の風船穴から出たアオモリ象も、近くの台地に生息していたものである。ヘラジカなどを産出した岐阜の熊石洞などは、化石の宝庫といえるものである。洞くつ内で発見される化石は、すべて第四紀のものである。これは、洞くつが第四紀にでき上がったことを意味している。山口の岡藤五郎は、堆積物を採集して大量に処理し、ヨウシトラ、ヒグマ、ヤベナウマンゾウ、サイなどの大型哺乳動物を検出したほか、おびただしい量のミミズ、モグラ、トガリネズミ、アカネズミ、ヤチネズミなどの化石骨を洗い出している。表1は日本洞くつ産の洪積世後期哺乳動物のリストである。第四紀の生物

相の変遷は、現在の生物分布を正しく説明するためにも必要な課題であり、人類紀ともいわれるこの時代のヒトとの関係を知る鍵ともなるものである。

洞くつの利用

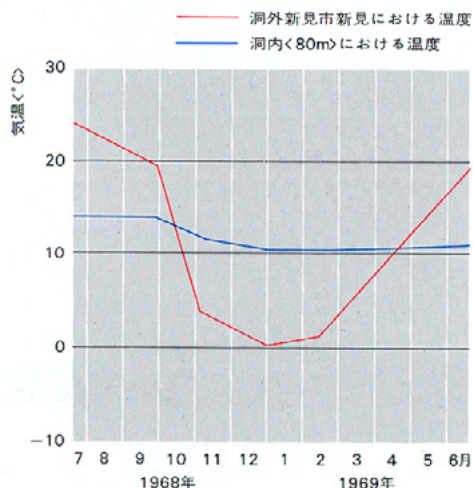
これまで洞くつとくに鍾乳洞は、もっぱら観光を目的とする遊びの場であった。しかし洞くつは、単に遊びやスポーツだけでなく、多くの利用法が考えられる。その中でもっとも重要なのは水資源との関係で、洞くつを直接・間接に利用することであろう。地下水の貯溜の実態や地下洞の水系が明確になれば、地表で水不足で困っている多くの人々を助けるであろう。地下ダムを構築し地下水位を上げることも可能であり、地下水輸送の水道ともなるかもしれない。洞くつの特殊な環境についても多方面の利用が考えられる。図6にみるように、洞くつ内は年間の温度が15～16℃、湿度は85～100%という恒常的な状態で、生物の飼育や培養、食品の

保存などにも役立つであろう。すでにこのような利用を試みられているところもある。また、洞くつ自体の研究が古生物、地質、人類、地形などの多方面の分野に関連して学問の進歩に役立つ点も強調しなければならない。洞くつ学や第四紀学への洞くつの寄与は、今後一層大きいものとなるであろう。洞くつ内の水や堆積物の研究は、水理学や陸生物学へ新しい資料を提供するに違いない。さらに洞くつ利用の一方法として、実験研究施設が考えられる。洞くつ内の特殊な環境は鉱物学にとっても、生物学にとっても他では得がたい自然そのものである。洞くつ内の炭酸塩と磷酸塩鉱物は、常温、常圧下に形成されたもので未開拓の分野である。洞くつは生鉱物学の実験室としても活用できるであろうし、また生物の適応や生態の実験研究にもふさわしい。われわれは、いまだ暗黒の状態にある洞くつを、科学の光で十二分に照らさなければならない。

図5 - 広島県帝釈峽禅仏寺谷の地下水系を示す図



図6 - 鍾乳洞内の気温変化 <岡本忠による>



●注 岡山県阿哲台コウモリ穴<入口より80mの所で測定>

表1 - 日本の洞くつ産洪積世後期哺乳動物

産出動物

<奥村, 1969 に加筆>

	美山	秋吉	葛生	三ヶ日	牛川	尻屋崎	花泉	槻ノ木	野尻湖	阿哲
ナウマンゾウ*										
ヤギウ*										
イノシシ										
ヘラジカ*										
オオツノシカ										
ムカシニホシシカ*										
ニホンジカ										
エゾジカ*										
ヘミオスウマ										
ヤマネコ*										
ヒョウ*										
トラ										
テン										
イタチ										
オコジョ										
アナクマ										
ヒグマ										
ツキノワグマ										
キツネ										
タヌキ										
オオカミ*										
ニホンザル										
ムササビ										
ノウサギ										
ネズミ										
コウモリ										
カモシカ										

●注 花泉、槻ノ木、野尻湖は地層産

●注 *印は絶滅種 <エゾシカ、ヤマネコは本州のみ絶滅>

●注 上記のほかトウキョウトガリネズミ、ニホンモグラジネズミ、シカマトガリネズミ、レミング、ムカシアナグマ、クズウアナグマ、クズウテン、シュウコウテンイタチ、オオモリゾウ、ステゴドンゾウ、ジャコウジカ、サイなどの絶滅種を洞くつから産出する