

### <文献紹介>洞窟：その形式，発達史と管理

URUSHIBARA-YOSHINO, Kazuko / 漆原, 和子

---

(出版者 / Publisher)

法政大学地理学会

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

JOURNAL of THE GEOGRAPHICAL SOCIETY OF HOSEI UNIVERSITY / 法政地理

(巻 / Volume)

28

(開始ページ / Start Page)

55

(終了ページ / End Page)

57

(発行年 / Year)

1998-09-30

## 【文献紹介】

### 洞窟——その形式、発達史と管理——

David GILLIESON (1996): *Cave-Processes, Development, Management*. Oxford, Blackwell, 324p.,

著者ディビット・ギリーソン (David GILLIESON) 氏はオーストラリアのカルスト研究の第一人者であった故ジェニング (Jenning) 教授の流れをくむ、カルスト地形学者、カルスト地生態学者の一人である。1996年よりIGU (国際地理学連合) のカルスト委員会における full member として現在活躍している。

この本はすでに筆者が地理学評論 vol. 71 (Ser. A) No. 1 に書評を発表したので全体像については地理評を読んでいただきたい。ここでは一部をより詳細に紹介する。この本の発刊と同時に、1996年筆者編として「カルスト—その環境と人びとのかかわり」大明堂が発刊された。同時期に筆者とギリーソン氏は内容についての情報交換をしなかったにもかかわらず、きわめて近似の考えに基づいて本をまとめたことになる。すなわち両者の共通する考えは次の通りである。カルストは地表のみの問題としても、地下のみの問題としても捉えることができるのではなく、次の観念にたつてとらえるべきである。1) 地生態系としてとらえねばならない。2) 人間活動に対してきわめて繊細に反応するので、保全に細心の注意を要する。

この本の構成は第1章 カルストのシステム、第2章 洞窟の水文学、第3章 洞窟の発達過程、第4章 洞窟形成、第5章 洞窟堆積物、第6章 洞窟堆積物の年代測定、第7章 洞窟堆積物と古気候、第8章 洞窟生態学、第9章 洞窟の管理運営、第10章 カルスト系の集水域における管理運営の10章からなり、最後に洞窟にかかわる用語集が付いている。ここでは第8章洞窟生態学、第9章洞窟の管理運営、第10章カルスト系の集水域における管理運営について紹介する。

これら8, 9, 10章は地下の洞窟といえども人間活動に対し、きわめて敏感に反応する。地下水系を守るならば、地表の集水域の管理運営を含めておこなわなければならないという観念にたつた部分である。

#### 第8章 洞窟生態学

この章では洞窟を生物のすみかとしてとらえ、ここでも生命活動がおこなわれていることを述べている。洞内の気温はほぼ年間を通じて一定であるが、入口から洞内にかけての急な温度勾配や、洞内の空気の循環がある。湿度はより複雑で、時に凝結が起こる。洞内のCO<sub>2</sub>は地表のそれより高濃度であり、鍾乳石の形成や洞内の有機物の分解によってもたらされる。クインズランドの Bayliss Cave (900mの長さで深さは入口から-50m程度) の最奥部では、気温26°C、相対湿度99%、CO<sub>2</sub> 6%、O<sub>2</sub> 17%の状況下でも種数は20種に達する。この洞窟内のサンプル地点のうち最大の種数は37に達していて、そこでのCO<sub>2</sub>は4%の濃度でO<sub>2</sub>は17%である。こうした環境下の生物の食料は流水や空気循環によってもたらされる有機物、花粉、昆虫などである。またコウモリにより洞内にグアノが形成される。

洞内の生物にとって最も特徴的なことは光がないことに対する退化と、変化のない一定の気温に対抗するよう順応することである。すなわち目の退化と色素を失うことが特徴である。こうした洞窟内の現在の洞窟の生物を調査することによって、ヨーロッパやアメリカ、アジアでは、氷河周辺部の森林や洞窟に生息していた甲殻類が後氷期の気候回復によって洞窟内に取り残され、現在分布上孤立化して洞窟に生息していることが知られている。

## 9章 洞窟管理と運営

洞窟は人間の居住、水供給、グアノの鉱業的利用（例えば南北戦争に用いられた）、発電、サナトリウムなどに用いられてきた。近年観光利用が増加し、洞窟の地生態学系の攪乱が生じている。そして、洞窟内の汚染、観光客の増加による微気候の変化、人間によってもたらされる塵、皮膚の破片の蓄積、照明による洞内の環境変化が発生している。

人間が住居した痕跡のある最も早いものは北京原人で、北京近くの周口店の洞窟であろう。周口店の洞窟内の堆積物の古いものは70,000yr. B. P.とされている。イラクのShanidarでは40,000 yr. B. P.のネアンデルタール人が住居した痕跡がある。ラスコーやアルタミラなど石器時代の壁画を残すものも多い。オーストラリアにもアボリジニーが描いた壁画がKimberleysの洞窟にある。中国では古くからカルスト湧泉が灌漑に用いられてきた。450BCにはJinci湧泉がすでに灌漑に用いられたという記録がある。中国では今も観光に適しない洞窟は灌漑や発電に用いられている。

観光は19世紀末頃から盛んになり、ろうそくを持って入洞するようになった。その後カンテラや電力の導入が次第におこなわれ、今は洞内を走る電車まで設置されている。今日では洞窟管理について、専門家が政府の組織に雇用され、科学的な面で運営されるようになりつつある。地球規模でもIUS（国際洞窟学連合）、国際洞窟遺産学会、IGU（国際地理学連合）のカルスト委員会、IUCNの国立公園と保護区委員会などの組織で活発にカルストと石灰洞の管理が検討されている。

観光洞において、人間が入洞することによる影響は大きく、ベルギーのRemouchamps洞では87人の観光客が5分間とどまっただけで気温が1.5°C上昇した。イタリアの洞窟では105人が7分間とどまっただけで、1°C上昇した。この昇温によって洞内の相対湿度が低下して、洞内は乾燥することになる。また人間が入洞しないまでも、洞内の照明だけで、ニュージーランドGlow Worm Cave (Waitomo)では2°Cの気温上昇があった。スペインのアルタミラ洞窟では、観光客により

2°Cの気温上昇と相対湿度は90%から75%に、CO<sub>2</sub>濃度は0.4–1.2%になり、先史時代の壁画の表面にひび割れが生じた。今ではアルタミラの洞窟は全く公開されていない。CO<sub>2</sub>濃度の上昇は鍾乳石に対して致命的なダメージを与えかねない。ニュージーランドでは500人/日の観光客が入る鍾乳洞で鍾乳石が溶けて1年に0.3mm薄くなっている。

常に洞内を照明しておくことは、緑色の植物（蘚苔類、藻類）を繁殖させることになる。こうした植物を*lampenflora*とよんでいるが、これらの植物の繁茂も、鍾乳石を退化させることに寄与する。ひどい場合には、高圧で水を吹き付けてクリーニングしてやるしかない。また人間の洞内に持ち込む塵も鍾乳石の表面には付着してしまう。ニューメキシコでは5年間で50kg、オーストラリアのジェノランケーブ (Jenolan)では0.2kg/m<sup>2</sup>の塵を取り除いたという。秋芳洞でもかつて大量の塵を取り除いたという話を聞いたことがある。観光洞以外にも洞窟はゴミ捨て場や汚染物質の投棄によって地下水系が汚染される例を多く観察することができる。しかし、洞内の地下川をクリーニングすることによって再び洞窟内に小動物が戻ってきた例がケンタッキー州で報告されている。このことは効果的管理をすればもとに戻すことができることを示唆している。ケンタッキーのマンモスケープでは、国立公園管理局によって洞窟がAからGまで分類されている。Zone Gは照明し、観光客用に過密利用されているところ、Zone Fは照明の設備はあるが自分のライトで入るか又はレンジャーがライトをつけて案内するところ、Zone AからDまでは全く照明していないところで自然の状態にし、観光客は入れない。Zone Bは科学的利用のためのみ利用し、Zone Aは入洞することができず、自然に保っておくところである。

## 第10章 カルスト系の集水域における管理

8章と9章に述べられたような種々の洞窟管理も含めてカルスト地域を管理することは、水の動きと、空気の動きを管理、保全することにつながる

る。従って、我々は三次元の系について注意を払わなければならない。カルストの集水域の管理は石灰岩地域のドリーネや吸い込み穴のような凹地に限られるものではなく、隣接する非石灰岩地域をも含むものである。

新石器時代以来の農業的土地利用のために表土を失ってしまったヨークシャーのペイブメントカルストの例を挙げ、こうした土壌流出はアイルランド、ディナリックカルスト、中国でも起きていて、ギリシャでも2,000yr. B. P. にはすでに土壌流出が報告されているとしている。これらの土壌

はもちろん地下水系へ流れ込む。従って、第1の優先順位で管理運営されるべきは土壌流出であると筆者は述べている。さらに最後にカルストの管理運営に関するガイドラインが示されている。我が国の隆起サンゴ礁地域ではカルスト地形の多くを失ったばかりでなく、地下水系からさらに海へ土壌が流出し、海の環境悪化まで引き起こしている。この著書は我々に日本のカルスト地域の管理について反省を迫り、かつ応用していくべき多くの点を示している。

(漆原 和子)