

カルスト台地が危ない

福山大学大学院
福山大学工学部建設環境工学科
福山大学工学部建設環境工学科
福山大学工学部建設環境工学科

学生会員 ○日吉 祐介
正会員 田辺 和康
フェロー 富田 武満
フェロー 尾島 勝

1. はじめに

石灰岩は古くからセメント原料、銑鉄・製鋼などの熔融材をはじめとして土木・建築、化学製品、肥料、飼料等の主原料又は副原料の用途に用いられている。また、近年は汚濁水の浄化や中和、工場排煙の脱硫などの公害防止材としても使用される国内で唯一の資源である。石灰岩を欠いたら現代の生活は成り立たないといっても過言ではない。その石灰岩台地に今異変が起きている。

平成 10 年 4 月に岡山県川上郡備中町のカルスト台地で陥没や地盤沈下が発生し、大被害をもたらしたことが新聞紙上やテレビニュースにも取上げられている。本報では、このような背景から地球環境問題をかんがみて、陥没が発生している備中町周辺の実態調査を行った。

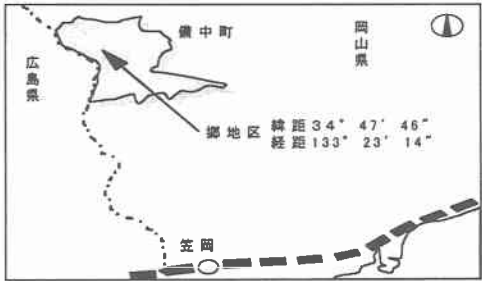


図-1 備中町の位置

2. カルスト台地に異変

備中カルスト台地を例として、その被害状況と周辺の地形と地質および河川水・井戸水・湧水・洞窟水の水質調査を行った。

なお、水質分析は JIS K 0102 法、イオンクロマトグラフ法、衛生試験法により定量した。

表-1 被害状況

施設	名称
文教	平川小学校プール
河川	法谷川
砂防	下郷川
道路	平川下郷線・法谷線・高山線
水道	平川簡易水道給水管
建物	民家（41世帯）
	旧農協倉庫
	寺
	稲荷神社

(1) 被害状況

平成 10 年 4 月上旬から広島県境に近い岡山県備中町の山あい集落（平川の郷地区）で、地中の陥没穴とそれとともなう地盤沈下の被害が続出した。備中町の位置図を図-1 に示す。表-1 に平成 10 年～12 年までの被害状況を整理して示す。陥没穴は河床や建物および農地に直径 2～6m 前後の穴が 14 箇所確認されている。また、崩積地では地盤沈下が平成 13 年 3 月現在も続いている。陥没穴に対する防止対策が必要と思われる。

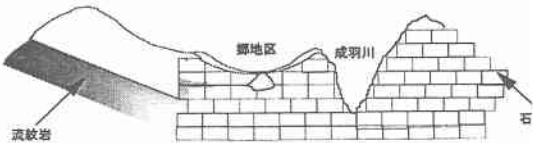


図-2 郷集落誕生の模式図

(2) 地形と地質

吉備高原面は広島と岡山の両県にまたがる標高 400m～600m の中位浸食小起伏面にあり、かつて地形学では準平原問題が盛んに論じられた地域である¹⁾。被災地の地形は平坦であるが、地質構成は複雑である。郷集落を中心に分布する岩盤を古い順に列举すると、古生代の石灰岩、中生代の流紋岩類と安山岩類、新生代の未固結堆積物および玄武岩で構成されている²⁾。郷集落で発達する凹地の中心部は石灰岩よりなり、それを取り巻く様に流紋岩が分布している。つまり、凹地全体が過去に陥没した巨大なドリ

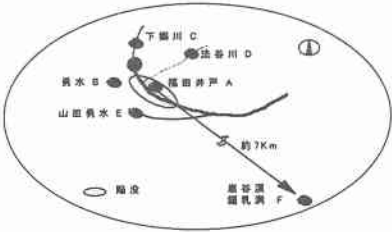


図-3 採取位置

一ネであり、その後、上部層の流紋岩類が浸食されて石灰岩が地表に露出している。また、その表層には周囲の基盤岩の風化土が流下・堆積して現在に至ったものと推定される（図-2参照）。

備中町の人々はこのような特異な地形と地質環境の中で、その平坦性と利水性および土壌条件に目を向けて生活を始めたものと思われる。

3. 水質調査

被災地を中心に調査した6箇所の採水位置を図-3に示す。ここでは環境問題の視点から、酸性雨の主因である硫酸イオン(SO_4)と硝酸イオン(NO_3)の酸性酸化物と、地球温暖化の主因である二酸化炭素(CO_2)に着目した。

これらが水と反応すると可溶性の硫酸水と硝酸水および炭酸水を生成し、石灰岩の主成分である炭酸カルシウム(CaCO_3)と反応すると炭酸水素カルシウム($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$)となる。 $(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2)$ は不安定な物質であり、 SO_4 と NO_3 および CO_2 を放出して CaCO_3 （この場合は方解石）に再結晶する。このような反応が繰り返されて鍾乳洞や鍾乳石が発達して行く。

図-4は石灰岩の溶解因子である炭酸水素イオンと硫酸イオンおよび硝酸イオンの分析結果を示す。鍾乳洞の炭酸水素イオンに着目すると、陥没地内にあるA地点とその上流のB地点がほぼ同様な傾向にあることが認められた。よって、被災地内に鍾乳洞が存在していることを示唆している。また、硫酸イオンと硝酸イオンについてみると、A地点とB地点が異常に高く、石灰岩の溶食を促進させているものと考えられる。D地点から流れ込む水質についても同様に高濃度の結果が得られた。小林³⁾は1950年前後を中心に、15年間にわたり全国の225河川の水質調査を行っている。河川の炭酸水素イオンと硫酸イオンの平均濃度を調査地点の結果と比較すると、炭酸水素イオンは31.0 mg/l に対して50~110 mg/l、硫酸イオンは10.6 mg/l に対して2~46 mg/l の分析値が得られた。このように、カルスト台地の水質イオン濃度が異常に高いことに驚かされる。

4. おわりに

地球規模での環境問題の深刻化と認識が深まるなかで、備中町のカルスト台地の異変に着目して検討した結果、以下のことが明らかとなった。

- 1) 鍾乳洞の地下水と陥没地の地下水の水質（硫酸イオン、硝酸イオン、炭酸水素イオンなど）に相関がみられた。
- 2) 1) のことから、陥没地周辺の地下部は鍾乳洞化が進んでいるものと推察できる。
- 3) 被災地周辺の水質分析の結果より、炭酸水素イオン濃度が異常に高いことが認められた。

カルスト台地に降った雨は、地表を流れて石灰岩の割れ目から浸透しながら溶食していき鍾乳洞が形成される。しかし、近年は酸性雨や二酸化炭素の影響により石灰岩の溶食が促進され、その結果として陥没や地盤沈下が発生しているように思われる。

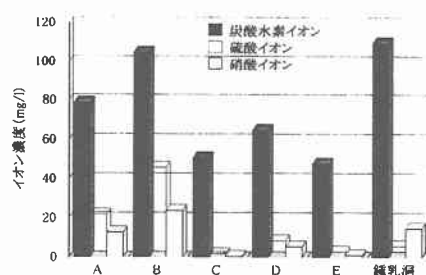


図-4 被災地周辺の各種イオン水

参考文献

- 1) 中国地方の地形：小畑 治，古今書院，1991.
- 2) 岡山県地質図：岡山大学，内外地図（株）.
- 3) 地下ハンドブック：建設産業調査会.