

平成21年 6月 1日現在

研究種目：基盤研究（A）
研究期間：2005～2008
課題番号：17201039
研究課題名（和文） 異常間隙水圧層の形成・上昇メカニズムと広域地下水流動、自然災害に及ぼす影響
研究課題名（英文） Studies on the formation mechanism of abnormal pore water pressure and ascending of groundwater with a special regard to regional groundwater flow and natural disasters.
研究代表者 田中 和広（TANAKA KAZUHIRO） 山口大学・大学院理工学研究科・教授 研究者番号：80335760

## 研究成果の概要：

新潟泥火山においてボーリング掘削、物理探査を行い、鍋立山トンネルの膨張性地山が上昇する流体の水圧破碎と、高塩分濃度地下水と粘土鉱物との反応により形成されたことを明らかとした。また、台湾泥火山からの噴出物の性質が地質構造の違いに規制されることを明らかとし、さらに、周辺の侵食地形が上昇した高塩分濃度地下水と著しい乾燥環境、天水との混合による急速劣化と侵食が原因で形成されたことを明らかとした。

## 交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2005年度	9,200,000	2,760,000	11,960,000
2006年度	19,900,000	5,970,000	25,870,000
2007年度	1,700,000	510,000	2,210,000
2008年度	1,800,000	540,000	2,340,000
年度			
総計	32,600,000	9,780,000	42,380,000

## 研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：社会・安全システム科学・自然災害科学

キーワード：泥火山、異常間隙水圧層、膨潤性地山、自然災害、マッドダイアピル

## 1. 研究開始当初の背景

わが国では地下の利用、開発が進められており、すでに一部は建設・供用されている。一方、日本およびその周辺の第三紀堆積岩分布地域には泥、ガス、石油を伴って地下水が噴出し、高まりを形成する泥火山やマッドダイアピルが分布し、それらは地下深部の異常間隙水圧層に起因すると考えられている。これらの存在およびそれらを形成する活動は、

第三紀堆積岩の分布域を社会資本創生や生産活動の場として活用しようとする場合、地下施設の破壊と建設時のトラブル、上昇する地下水流動による施設への地化学的影響、上昇した塩分濃度の高い地層水に飽和した堆積層における急速劣化に伴う地すべりなどの自然災害といった問題に遭遇することが予想される。

## 2. 研究の目的

詳細な泥火山の記載と噴出物の分析、地下構造の解明とボーリングによる検証、異常間隙水圧層のモニタリング、自然災害との関連性や室内実験による検証などを行うとともに、異常間隙水圧層と広域の地下水流特性や自然災害との関連性について検討を行い、一般化をはかることにより、社会資本の安全かつ合理的な立地、設計に貢献するとともに、災害の予測、防止に役立たせることを目的とする。

## 3. 研究の方法

### (1) 泥火山・マッドダイアピルの噴出物の解析と活動メカニズムの解明

新潟県松代町に分布する泥火山の活動モニタリングを地表部において行う。

泥火山噴出物の鉱物分析、ガスの同位体分析、地下水の酸素水素同位体比を測定し地下水の起源と涵養に関する情報を得る。

台湾小滾水泥火山の地形・地質構造調査を行い、噴出メカニズム、活動の履歴や規制する地形・地質構造の解明を行う。

### (2) 泥火山の地下構造の検討

泥火山の地下数100mまでの地下構造の検討のため、MT法などによる広域の物理探査を行う。

2箇所においてボーリング掘削を行い、コアを用いた解析により地質構造、地下水化学特性を明らかとする。

### (3) 異常間隙水圧層の上昇とそれによって引き起こされる自然災害の検討

台湾の泥火山周辺に特徴的に分布するパッドランドである「月世界」に分布する堆積岩とその間隙水の採取をおこない、水質分析や同位体分析を行うとともに、室内実験を行い、異常間隙水圧層による地層水の上昇と地すべり、急速スレーキングなどの岩盤劣化との関係について検討する。

### (4) 泥火山、異常間隙水圧層による地下水上昇

## 地域の特定に関する調査法の検討

陥没地形、地すべりなどの微地形を得るため、レーザー測量をおこない、異常地形を抽出するとともに、地質構造調査により泥火山及び異常間隙水圧層の上昇域の抽出に関する調査手法の検討を行う。

## 4. 研究成果

### (1) 泥火山周辺の地表・地下構造の解明

新潟県十日町市の泥火山分布域には「すり鉢状地形」が認められ、深度 400m 付近に直径 500m の比抵抗  $1 \Omega m$  以下の高塩分濃度地下水に飽和した泥チャンバーが分布する。深度 50m 以深には上昇する流体により破壊、形成された高塩分濃度地下水に飽和した粘土の卓越したマッドブレッチャが分布する。また、すり鉢状地形の壁に沿って地上の泥火山に連続する低比抵抗帯が分布することを明らかとした (図 1)。

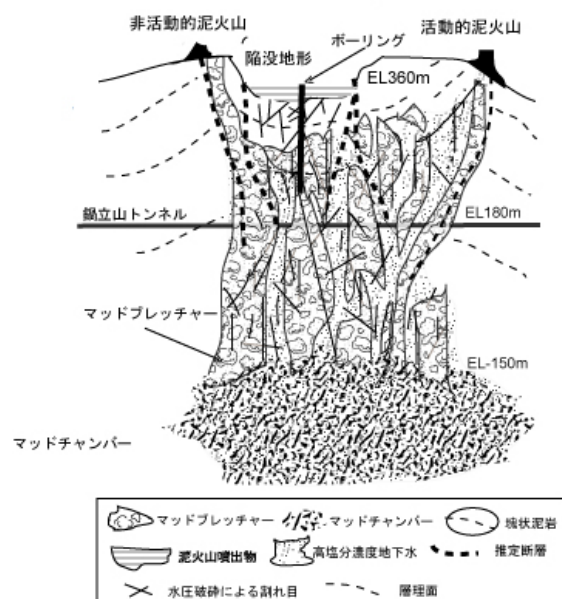


図 1 新潟泥火山周辺の地下構造の概念図

### (2) 膨張性地山の成因

十日町市蒲生地区の鍋立山トンネルは、高塩分濃度地下水と泥岩との水-岩石反応による急速スレーキングと、水圧破砕によるマ

ッドブレッチャの形成と空洞切羽における湿潤乾燥による急速劣化による地山強度比の著しい低下を素因とし、強大なガス圧と異常間隙水圧層による誘因により形成されたものと考えられる(図2)。

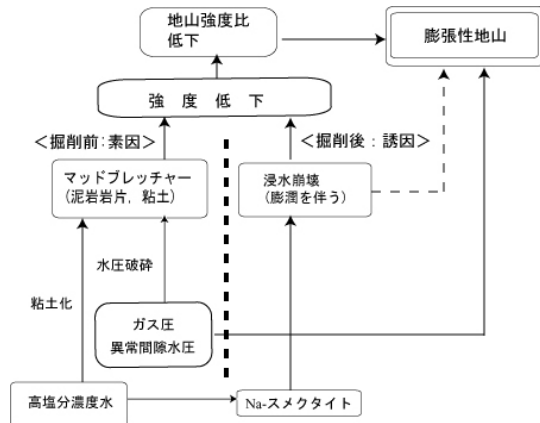


図2 膨張性地山の形成と泥火山の活動

### (3) 台湾泥火山の分布特性と噴出物の地化学特性

台湾の代表的泥火山群は褶曲構造に支配され比較的浅部に泥チャンバーを形成し、様々な泥火山の形態や地化学特性を有する背斜軸付近に分布する小滾水泥火山と、より深部から旗山断層沿いに一気に上昇噴出する泥火山群とに区分されることを明らかとした。

### (4) 台湾の侵食地形(バッドランド)の成因

台湾の侵食地形(バッドランド)は、泥火山の形成に伴って上昇した高塩分濃度地下水の蒸発により元素が地表面に集中し、粘土鉱物と降雨により浸入した天水起源の地下水との反応により、泥状となり、その後、激しい降雨により表面が急速に侵食されたために特異な地形を形成したものと考えられる。

### (5) 泥火山の活動モニタリング

十日町市室野泥火山において120mのボーリング孔を掘削し、熱電対を設置し、温度のモニタリングをおこない、活動の変化の傾向

を検討中である。

### (6) 地質体に残された泥火山噴出物

紀伊半島中新世田辺層群中に泥ダイアピルの分布を記載するとともに、海底下において噴出した連続性の悪い泥火山噴出物の記載と堆積学的特徴を明らかとした。これらの堆積物は熊野海盆に分布する現世の泥火山との関連性が指摘される。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計9件)

- ① 新谷俊一、田中和広、新潟県十日町市松代に分布する泥火山の地質、自然災害科学、24、49-58、2009、査読有。
- ② 田中和広、石原朋和、鍋立山トンネル周辺の泥火山の活動と膨張性地山の成因、地学雑誌、108、印刷中、2009、査読有
- ③ 石原朋和、田中和広、泥火山周辺の地質構造と地下水の地化学特性—新潟県十日町市蒲生における検討—、地学雑誌、108、印刷中、2009、査読有
- ④ 浜田好弘、田中和広、宮田雄一郎、台湾泥火山の地質構造と地化学特性、地学雑誌、108、印刷中、2009、査読有
- ⑤ 鈴木浩一、徳安真吾、田中和広、電磁探査法および地形・地質調査による新潟十日町市泥火山の深部地下構造、地学雑誌、108、印刷中、2009、査読有
- ⑥ 中田英二、千木良雅弘、バッドランド斜面における侵食プロセスに関する地化学的検討—台湾南部、泥火山が分布する古亭坑層での調査—、地学雑誌、108、印刷中、2009、査読有

[学会発表] (計19件)

- ① 田中和広、酸素水素安定同位体比から見

た泥火山の活動,日本地球惑星科学連合  
2008年大会,2008.

- ② 田中和広・宮田雄一郎, 泥火山の活動と  
応用地球科学, 日本地球惑星科学連合  
2007年大会, 2007
- ③ Miyata, Y., Tanaka, K. and Hamada, Y.,  
Comparison of inland mud volcanoes in  
SW Taiwan and NE Japan. The  
International Conference on  
Gas Hydrate, National Taiwan  
University, 125-125, 2007.
- ④ Tanaka, K., Shinya, T., Miyata, Y. and  
Tokuyasu, S., Underground structure of  
on land mud volcanoes and its  
significance to the tunnel excavation  
in Niigata, central Japan., 17th.  
International Sedimentological  
Congress, Fukuoka, 2006.
- ⑤ Tanaka, K., Shinya, T., Miyata, Y. and  
Tokuyasu, S, Underground structure of  
terrestrial mud volcanoes and  
abnormal water pressure formation in  
Niigata, Central JAPAN, ABSTRACT of  
AGU Fall Meeting 2005, San Francisco,  
337-337, 2005.

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

ホームページ等

<http://ktl.sci.yamaguchi-u.ac.jp/index.htm>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

田中 和広 (TANAKA KAZUHIRO)  
山口大学・大学院理工学研究科・教授  
研究者番号: 80335760

### (2) 研究分担者

(2005~2008年)

宮田 雄一郎 (MIYATA YUICHIRO)  
山口大学・大学院理工学研究科・教授  
研究者番号: 60253134

(2005~2007年)

徳永 朋祥 (TOKUNAGA TOMOCHIKA)  
東京大学・大学院新領域創成科学研究科・  
准教授  
研究者番号: 70237072

千木良 雅弘 (CHIGIRA MASAHIRO)  
京都大学・防災研究所・教授  
研究者番号: 00293960

中田 英二 (NAKATA EIJI)  
電力中央研究所・地球工学研究所・主任研  
究員  
研究者番号: 20371403

嶋田 純 (SHIMADA JUN)  
熊本大学・大学院自然科学研究科・教授  
研究者番号: 80206169

金折 裕司 (KANAORI YUJI)  
山口大学・大学院理工学研究科・教授  
研究者番号: 60194883

馬原 保典 (MAHARA YASUNORI)  
京都大学・原子炉実験所・教授  
研究者番号 30371537

鈴木 浩一 (SUZUKI KOICHI)  
電力中央研究所・地球工学研究所・上席研究員  
研究者番号：80371409

(3) 連携研究者 (2008)

徳永 朋祥 (TOKUNAGA TOMOCHIKA)  
東京大学・大学院新領域創成科学研究科・准教授  
研究者番号：70237072

千木良 雅弘 (CHIGIRA MASAHIRO)  
京都大学・防災研究所・教授  
研究者番号：00293960

中田 英二 (NAKATA EIJI)  
電力中央研究所・地球工学研究所・主任研究員  
研究者番号：20371403

嶋田 純 (SHIMADA JUN)  
熊本大学・大学院自然科学研究科・教授  
研究者番号：80206169

金折 裕司 (KANAORI YUJI)  
山口大学・大学院理工学研究科・教授  
研究者番号：60194883

馬原 保典 (MAHARA YASUNORI)  
京都大学・原子炉実験所・教授  
研究者番号 30371537

鈴木 浩一 (SUZUKI KOICHI)  
電力中央研究所・地球工学研究所・上席研究員  
研究者番号：80371409