

# 遠別旭温泉・歌越別泥火山について

高橋 正明<sup>1)</sup>・森川 徳敏<sup>1)</sup>・戸丸 仁<sup>2)</sup>・高橋 浩<sup>1)</sup>  
大和田道子<sup>1)</sup>・竹野 直人<sup>1)</sup>・風早 康平<sup>1)</sup>

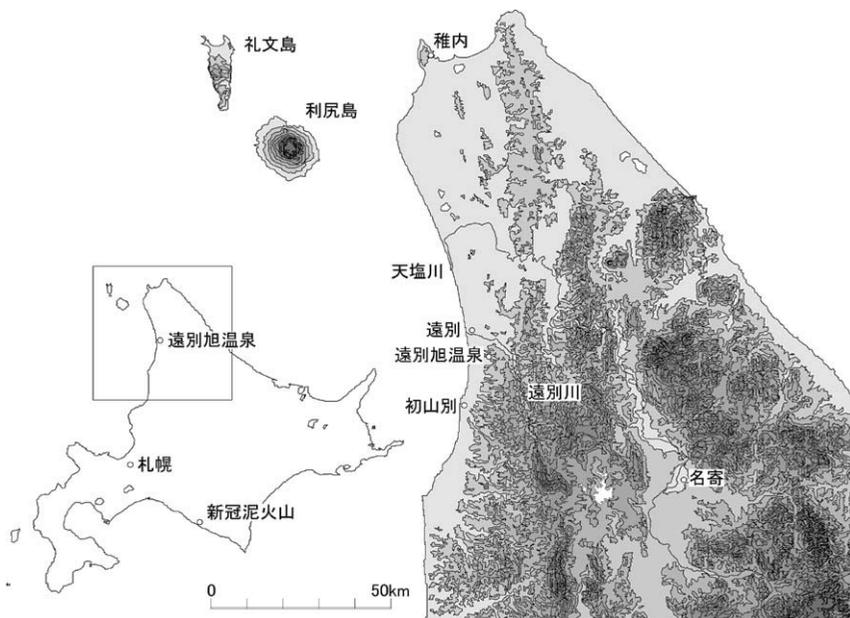
## 1. はじめに

### ＝遠別町と遠別旭温泉・歌越別泥火山の紹介＝

北海道天塩郡遠別町は、稚内市の南約80kmに位置する(第1図)。人口は3,487人<sup>1)</sup>。遠別町の平均気温は6.4℃であり、稚内市の6.6℃よりさらに低い値である。吉良(1949)の気候区分では、(月平均気温-5℃)の総計である「暖かさの指数」が57.6であることから冷温帯に区分され、また鈴木(1962)の気候区分では寒帯気団に支配される準裏日本気候区に区分されている。ちなみに気温の極値は最高気温34.2℃(1979年8月18日)、最低気温-26.8℃(2000年1月15

日)である。なお、気温のデータは、気象庁・気象統計情報・地点ごとのデータ(昨日まで)から、北海道・遠別の平年値(月・年)および極値を参照した<sup>2)</sup>。このような苛酷な気候条件であるにもかかわらず、明治34年に南山仁太郎氏により初めて稲作に成功したことを記念して建立された「水稻発祥の碑」という、遠別町が日本の水稻栽培の北限地であることを示す碑がある。

遠別町は、日本海に沿った部分と遠別川に沿った部分に集落がある。日本海沿岸の遠別町最南の集落が歌越で、モオタコンベツ(茂歌越別)川を6kmほど上流に行くと、遠別旭温泉に辿り着く。本温泉の所在



第1図 遠別旭温泉の位置。  
コンター間隔は100m。第1図には、新冠泥火山の位置も併せて示した。

1) 産総研 深部地質環境研究センター  
2) ロチェスター大学

キーワード：泥火山, 温泉, 北海道, 遠別, 遠別旭, 歌越別



第2図 遠別旭温泉と歌越別メタン田(撮影:森川)。  
手前に、歌越別メタン田の坑井・水／ガス分離施設等があり、奥手に遠別旭温泉の施設がある。遠別旭温泉は平成17年にリニューアルオープンしている。第3図および第4図に示す池は写真手前側に位置している。

地は同時に歌越別メタン田でもある(歌越別背斜ガス田という言い方もある、第2図)。遠別旭温泉は昭和47年に利用が開始された温泉であるが、歌越別メタン田の探査・開発の歴史は大正時代まで遡ることができる。なお、本鉦山の探査および開発の詳細については、秦(1961)、斉藤ほか(1966)、北海道立地下資源調査所(1979)および福田(1985)を参照されたい。

渡邊(1913)は遠別地方の地質調査報告を行った。歌越別背斜に関連する多数の産油地を報告するとともに、「モオタクシベツ」の山麓の崖錐堆積層中にある直径約5間(9m)の円形の池中より、多量の可燃性ガスが発生していることを記している。秦(1961)が編纂した地質図説明書にも、モオタクシベツ川中流の歌越別背斜西翼にあたる地点の沖積層中の沼および湿地に、かなりの油徴(原油)および可燃性ガスの放出があることが記されている。遠別旭温泉の佐藤邦晴氏(2004.7.8聴取)によれば、①昔は池から9尺も水が噴き上がっていた、②池からの塩水のため農作物がうまく育たないことがあった、③沢沿いに小規模な泥の山があり泡がぶくぶく出ている(詳細位置不明)、とのことであった。佐々(1954)は、1952年十勝沖地震に関連した新冠泥火山の活動について考察した中で、国内外の泥火山について概観している。このなかで「本邦では油田地帯でも噴泥孔を伴う地点はあっても、特に泥火山として取り上げるに足るものは、北海道歌越別背斜のものなどの外、あまり聞いてい

ない」と述べている。モオタクシベツ川周辺でかなりの量の油徴および可燃性ガスの放出があることを指していると推定されるが、いずれにせよ歌越別メタン田付近が地質学的に泥火山である可能性を述べたものであると考えられる。

## 2. 泥火山とは何か

ここで、泥火山とは何かについて考えてみる。泥火山とは、①異常に高い間隙水圧を持った泥濘が泥ダイアピルとして上昇し、地下水(温泉水)、ガス、時には石油とともに地表に噴出して、火山に類似した堆積(凸型)地形や陥没(凹型)地形を生じたものであること、②泥ダイアピルの上昇は、地下数キロ(1-3km)から始まり、高さ数百m、直径数kmもの凸型地形を地表に出現させる可能性を有していること、③泥ダイアピルは、プレート沈み込み帯、堆積速度が大きい場所、流体の移動が妨げられやすい場所、流体などにより著しく地層が変質させられる場所等、泥濘が多量に供給され、なおかつ異常に高い間隙水圧が形成されやすい場所であれば、前弧域、火山・温泉地帯、背弧域あるいは陸上、海底を問わず出現する可能性を持つこと、であると考えられる。

本地域について考えてみると、①および③については、メタン田開発時に異常に高い間隙水圧を持った地層に達することがたびたびであったことが、秦(1961)、斉藤ほか(1966)および北海道立地下資源調査所(1979)に詳細に記されている。また、メタン田開発地域の西端に上述した可燃性ガスを多量に放出している円形池(陥没地形)が存在している。

②については、北海道立地下資源調査所(1979)に、本地域で行った電気探査の結果が示されており、メタン田として開発されている地域の西端と東端に地下400m程度から低比抵抗のゾーンが煙突状に上がっている様子が解析されている。北海道立地下資源調査所(1979)には、「塩分濃度の高い地層水と亀裂や小破碎帯からの塩分の滲出が反映されていると考えるのが適切であろう。ただ、この部分が、地質上では全体的に破碎された複雑化した地帯となっていることは推測できる。」と、記されている。

これらのことを考え合わせると、本地域の円形池を中心とする地域を泥火山であると考えことに特に問題はないと考えられる(以下、歌越別泥火山と記



第3図 遠別旭温泉の西にある池(歌越別泥火山の中心?)の全景(撮影:高橋).



第4図 遠別旭温泉の西にある池の近景(撮影:高橋).  
盛んに泡が出ていることがわかる.

すことにする). 2004年7月に撮影した円形池の全景を第3図に, 近景を第4図に, それぞれ示した.

田中・大山(2001)は, 日本周辺の背弧域に存在する泥火山として, 北海道・新冠泥火山(第1図に位置を示した), サハリン・馬群潭および豊真線泥火山, および台湾泥火山(活動的なものだけで64座あると記されている)を挙げている. また新谷・田中(2005)は, 新潟県十日町市松代に, 蒲生, 松泉寺, および室野の3泥火山の存在を示している. 歌越別泥火山は形状的には, 陥没地形を作っていたとされる1910年以前のサハリン・馬群潭泥火山<sup>3)</sup>(田中・大山, 2001), および台湾泥火山のうち, 鯉魚山泥火山<sup>4)</sup><sup>5)</sup>あるいは養女湖泥火山<sup>6)</sup>(田中・大山, 2001)に類似しているものと推定される.

### 3. 泥火山の活動について

歌越別泥火山では, 円形池を中心とする地域で激しい活動をした例は知られていない. ただ世界的には泥火山は継続的に, また繰り返し活動することが知られている.



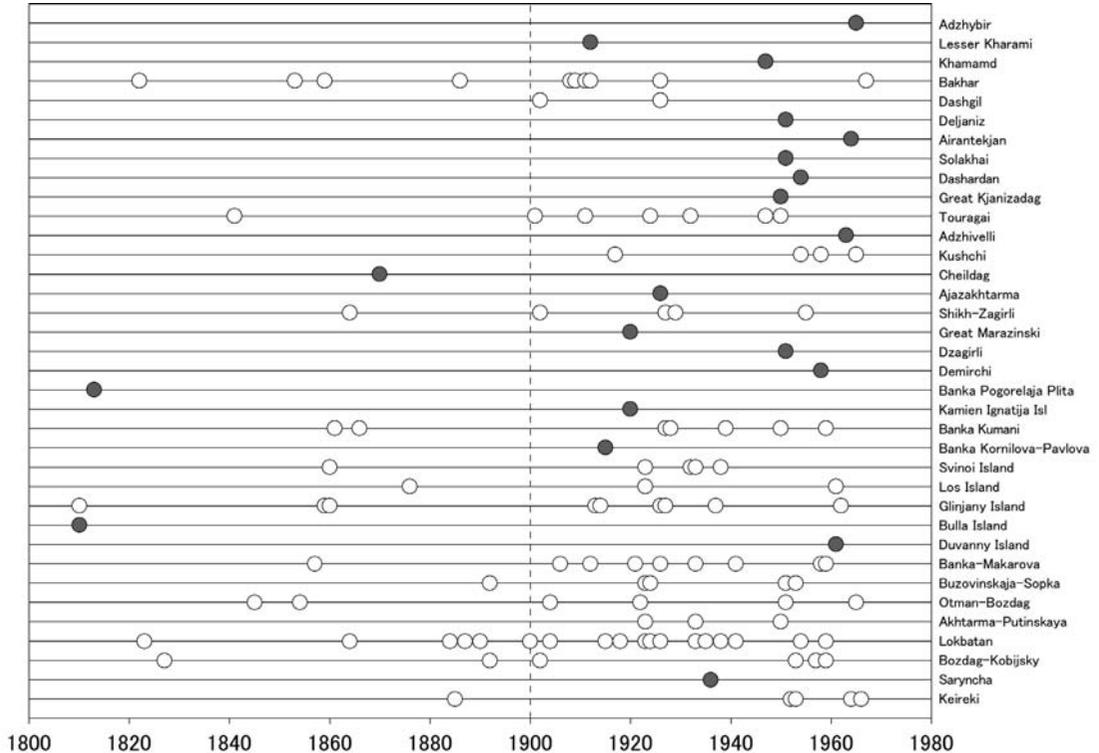
第5図 2004年7月5日時点の新冠泥火山第8丘頂部の様子(撮影:高橋).  
背景の平頂な丘は新冠泥火山第7丘. 第8丘頂部は灰白色の泥濘で凸凹になっている.

#### 3.1 地震により泥火山の活動が誘発されたと考えられる例

2003年9月26日の十勝沖地震後, 新冠泥火山(第8丘)の頂部に放射状のクラックが生じ, ブロック状の土塊が盛り上がっていたこと, クラックの低い部分からは水が流れ出た痕跡があったことが報告された<sup>7)</sup>. 2004年7月時点の新冠泥火山第8丘頂部の様子を第5図に示した. 新冠泥火山では, 1952年(筒浦, 1952; 佐々, 1954), 1968年, 1982年, 1993年および1994年(黒沢ほか, 1996)の周辺の地震時にもガス, 地下水および泥濘の噴出があったことが知られている(千木良・田中, 1997).

#### 3.2 自発的な泥火山の活動例

一方, 泥火山の分布は, 多くは断層沿いあるいは背斜軸沿いに分布しており, 泥濘の泥ダイヤピルから地表への通路となっていると考えられている. 第2と



第6図 アゼルバイジャンの泥火山の1810年から1967年の活動履歴。

上記期間に1度しか噴火の記録がない20座の泥火山を灰色丸で示した。ただし本文中にも示したように、Saryncha泥火山は2001年に噴火している。

して、世界の泥火山の地震活動と関連しない自発的な活動例をいくつか紹介する。

- (1) 200を超える泥火山のあるアゼルバイジャン(The Academy of Sciences of the Azerbaijan SSR, 1971)の、Saryncha泥火山(バクー市付近)では、1936年の活動で10万 $m^3$ (地表被覆面積112ha、最厚60m)の泥濘を噴出した<sup>8)</sup>。また、2001年10月29日の活動では、爆発により炎が数百m上空まで達し、何トンもの泥濘を噴出した<sup>9)</sup>。
- (2) トリニダード・トバコのPiparo泥火山では、1997年2月22日の活動で2.5 $km^2$ の地域が泥濘で埋まった<sup>10)</sup>。ガス爆発は起きなかった。同泥火山には、1930年11月3日にも活動の報告がある<sup>11)</sup>。またトリニダード島南海岸沖には、時折海面に顔を出す泥火山(Chatham Island)泥火山があることも知られている。その体積は25.5万 $m^3$ と推定されている<sup>8)</sup>。
- (3) 噴出量をはっきりしているのは、ニュージーランドのWaimata Valley泥火山で、15万トン<sup>8)</sup>。また、爆

発的な活動は、台湾のいくつかの泥火山においても報告されている(2002年2月25日、鯉魚山泥火山<sup>12)</sup>等)。

- (4) 泥火山<sup>8) 13) 14) 15)</sup>は、上記以外にもインドネシア・チモール島周辺(Barber *et al.*, 1986; 脇田, 1987)、台湾(例えば、田中・大山, 2001)、サハリン(馬群潭<sup>3)</sup>、豊真線、元泊:田中・大山, 2001)、ビルマ(ミンプー油田:佐々, 1954)、パキスタン(マクラン<sup>16)</sup><sup>17)</sup>、地中海(イタリア沖からギリシャ沖<sup>8)</sup>)、黒海(例えばDvurechenskii泥火山<sup>8)</sup>)、中国新疆維吾爾(烏蘇<sup>18) 19)</sup>)等においてその存在が知られている。
- (5) 泥火山が陥没地形を作っている場合、陥没の中心である沼沢地から常時流体が噴出し、水面が盛り上がっている(盛り上がっていた)場合が知られている。例えば、台湾の多くの泥火山<sup>20)</sup>、およびサハリン・馬群潭泥火山(1910年以前、田中・大山, 2001)等の事例がある。

### 3.3 泥火山の活動履歴

上述したように、泥火山からの泥濘の噴出量は最大数十万 $m^3$ 、地表被覆最大数 $km^2$ にもなる可能性がある。また、活動時にガス爆発を起こす可能性もある。さらに、泥火山の下位には、高圧のガスが地層中に封入され、高い地圧を持つ地層（膨潤性地山）が分布していることが知られている（例えば、新潟県松代町の蒲生泥火山の直下を掘削した北越急行ほくほく線鍋立山トンネル：新谷・田中，2005）。そのため、泥火山の活動履歴を知ることがきわめて重要である。最後に泥火山の活動履歴が明らかでないいくつかの例をあげる。

- (1) アゼルバイジャンのSaryncha泥火山<sup>8)9)</sup>、トリニダード・トバコのパピロ泥火山<sup>11)</sup>では60~70年間隔で同じ場所で活動している。アゼルバイジャンでは、1810年から1967年の間に122回の活動が観測された（The Academy of Sciences of the Azerbaijan SSR, 1971）。アゼルバイジャンとはペルシャ語で「火」の意味であり、相当程度過去から継続的に泥火山の活動があったことが推定できる<sup>9)</sup>。The Academy of Sciences of the Azerbaijan SSR (1971) に示された泥火山の活動履歴を第6図に示した。第6図から、アゼルバイジャンの200を超える泥火山のうち、19世紀以降に活動の記録のあるのは36座であること、このうち1度しか活動記録がないのは20座である（前述したSaryncha泥火山も含まれる）ことがわかる。ただ一方で18回もの活動履歴を持つLokbatan泥火山のような例も存在していることもわかる。
- (2) サハリン・馬群潭泥火山では、1910, 1929, 1933 および1934の各年に活動したことが報告されており、その活動間隔は非常に短い（あるいは連続的である）（田中・大山，2001）。
- (3) 台湾の鯉魚山泥火山では、1988年までの77年間活動がなかったが、1988年以降、1995, 1996, 1998.8, 1999.1, 2000.10, 2001.4, 2002 (2, 8, 12), 2003 (2, 9), 2004.4の各年と、非常に激しく活動するようになった<sup>21)</sup>。
- (4) 北海道・新冠泥火山について、周辺の河岸段丘との対比により、最終氷期（1万年前）以降の活動の履歴が推定されている。新冠泥火山では、10km程度の範囲で背斜軸沿いに9個の泥火山が

生成している。また泥火山の活動により、付近を流れる高江川の流路が変化している（千木良・田中，1997）。

## 4. おわりに

以上に述べたように、泥火山は、年数回~数十年に1回程度の間隔で爆発的に活動する可能性を持つことが考えられるので、歌越別泥火山についても防災的な立場から、今後の活動の推移を見守っていく必要があるものと推察される。

また泥火山は、石油やメタン貯留層の地表兆候として調査されて来た歴史を持つが、北越急行ほくほく線鍋立山トンネルの掘削の例が示すように、泥火山が存在するような地層の場に何らかの構造物を建設する場合、その後の維持管理を含めて多大な困難が発生することが容易に想像出来る。そのため今後は、泥火山を高い地圧を持つ地層の存在を示す地表兆候としても捉え、その分布や活動歴を詳細に調査・研究していく必要があるのではないと思われる（田中，2006）。

最後になりましたが、筆者に遠別旭温泉を紹介してくださった遠別町役場の高橋勝氏、新潟県十日町市松代の松代泥火山を紹介してくださった山口大学の田中和広教授に深甚なる謝意を表します。

## 5. 追記

2006年5月28日頃から、インドネシアの東ジャワ州シダルジョ（スラバヤ南方35km）にある石油坑井の周辺より1日5万 $m^3$ もの泥濘が噴出し続け、8月31日段階で25 $km^2$ もの範囲が泥濘で覆われた。8月31日には、泥濘の中に2m程度の泥火山が生成しているのが確認された。石油会社では泥濘噴出以前から坑井の暴噴を制御しようとセメントで坑井を固める作業を行っていたが、坑井周辺に亀裂を生じ多量の泥濘が噴出する結果となった。この現象については、泥火山の活動であるとする記述がある一方、①泥濘の温度が60℃と、泥火山の活動にしては高いこと、②硫化水素ガスを伴っていることの2点一般的な泥火山の活動とは異なるという見解も出されている<sup>22)</sup>。今後の推移を見守りたい。

## 参 考 文 献

- The Academy of Sciences of the Azerbaijan SSR (1971): Mud volcanoes of the Azerbaijan SSR, Publishing House of the Academy of Sciences of the Azerbaijan SSR, 258p (ロシア語, 英文要旨付き).
- Barber, A.J., Tjokrosapoetro, S. and Charlton, T.R. (1986): Mud volcanoes, shale diapirs, wrench faults and melanges in accretionary complexes, eastern Indonesia. A.A.P.G. Bulletin, 70, p.1729-1741.
- 千木良雅弘・田中和広 (1997): 北海道南部の泥火山の構造的特徴と活動履歴. 地質学雑誌, 103, 781-791.
- 福田 理 (1985): 日本のホウ素資源と水溶型ホウ素鉱床-その1. 地質ニュース, no.370, 28-44.
- 秦 光男 (1961): 5万分の1「初浦」地質図幅および同説明書. 地質調査所, 60p+8p.
- 北海道立地下資源調査所 (1979): 北海道天北油・ガス田地帯, 遠別・歌越別背斜ガス田地帯天然ガス資源開発調査報告. 北海道立地下資源調査所調査研究報告, no.9, 61p.
- 吉良龍夫 (1949): 日本の森林帯. 日本林業技術協会, 札幌・東京, 42pp (本書は, 吉良龍夫 (1971)『生態学から見た自然』, 河出書房新社, 東京, 295pp. に収録されている).
- 黒沢邦彦・乾 芳宏・丸谷 薫 (1996): 新冠泥火山に発生した亀裂および噴泥. 北海道立地下資源調査所調査研究報告, no.35, 98-105.
- 斉藤尚志・内田 豊・小山内 熙・石山昭三・竹村 勇・鈴木豊重 (1966): 遠別町の天然ガスについて (第2報-旭地区のボーリングおよびその結果). 北海道立地下資源調査所報告, no.35, 35-60.
- 佐々保雄 (1954): 新冠泥火山とその十勝沖地震による變動. 十勝沖地震調査報告-1952年3月4日-, 十勝沖地震調査委員会, 243-259.
- 新谷俊一・田中和広 (2005): 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, 24-1, 49-58.
- 鈴木秀夫 (1962): 日本の気候区分. 地理学評論, 35, 205-211.
- 田中和広 (2006): 泥火山・マッドダイアピルが引き起こす地盤災害のメカニズムと対策 (課題番号14580505). 平成14年度~平成16年度科学研究費補助金[基盤研究(C)]研究成果報告書, 58.
- 田中和広・大山隆弘 (2001): 台湾南部における泥火山の地質・地下水特性. 2001日本応用地質学会講演論文集, 59-62.
- 筒浦 明 (1952): 十勝沖地震によって変動した石油ガス性の“泥火山”日高新山の研究-地震による地表附近の変化-. 石油技術協会誌, 17, 295-301.
- 脇田浩二 (1987): “紹介”バーバー博士講演会「日本の地質の統一的理解をめざして」. 地質ニュース, no.394, 18-23 (本号口絵に, インドネシア・チモール島の泥火山の紹介もある)
- 渡邊久吉 (1913): 天鹽国遠別及築別地方地質調査報告. 鉱物調査報告, no.16, 44p.

## (参考にしたインターネットのページ)

- 1: <http://www.n43.net/city/rumoi.htm>
- 2: <http://www.data.kishou.go.jp/etrn/index.html>
- 3: <http://kam-r.sub.jp/ainu/magun.html>
- 4: <http://www.epochtimes.com/gb/5/9/9/n1040182p.htm>
- 5: [http://163.24.171.193/91fi/page\\_01.htm](http://163.24.171.193/91fi/page_01.htm)
- 6: <http://www.pse100i.idv.tw/s/youzefw/youzefw011.htm>
- 7: <http://unit.aist.go.jp/actfault/tokachioki/point.11.html>
- 8: <http://www.science.uwaterloo.ca/earth/waron/f912.html>
- 9: [http://news.bbc.co.uk/hi/english/sci/tech/neswid\\_1626000/1626310.stm](http://news.bbc.co.uk/hi/english/sci/tech/neswid_1626000/1626310.stm)
- 10: [http://volcano.und.nodak.edu/vwdocs/current\\_volcs/piparo/piparo.html](http://volcano.und.nodak.edu/vwdocs/current_volcs/piparo/piparo.html)
- 11: <http://home.eunet.no/~jorgena/bcpiparo.html>
- 12: [http://163.24.171.193/91fi/page\\_01.htm](http://163.24.171.193/91fi/page_01.htm)
- 13: [http://www.absoluteastronomy.com/reference/mud\\_volcano](http://www.absoluteastronomy.com/reference/mud_volcano)
- 14: [http://en.wikipedia.org/wiki/Mud\\_volcano](http://en.wikipedia.org/wiki/Mud_volcano)
- 15: <http://www.volcanolive.com/mud.html>
- 16: <http://www.3sat.de/nano/cstuecke/05314/index.html>
- 17: [http://www.bgr.bund.de/cln\\_030/nn\\_467482/DE/Themen/Georisiko/Projekte/Schlammvulkanismus/G-P-SV-Pakistan.html\\_\\_nnn=true](http://www.bgr.bund.de/cln_030/nn_467482/DE/Themen/Georisiko/Projekte/Schlammvulkanismus/G-P-SV-Pakistan.html__nnn=true)
- 18: [http://www.ha.xinhus.org/add/manbu/2005-01/01/content\\_3491881.htm](http://www.ha.xinhus.org/add/manbu/2005-01/01/content_3491881.htm)
- 19: <http://texh.icxo.com/htmlnews/2005/05/25/601583.htm>
- 20: <http://www.pse100i.idv.tw/s/youzefw/youzefw011.htm>
- 21: <http://wantan.tacocity.com.tw/wantan/story/story3.htm>
- 22: <http://www.nature.com/news/2006/060828/full/060828-1.html>

TAKAHASHI Masaaki, MORIKAWA Noritoshi, TOMARU Hitoshi, TAKAHASHI Hiroshi, OHWADA Michiko, TAKENO Naoto and KAZAHAYA Kohei (2006): Enbetsu-asahi hot spring (Utakoshibetsu mud volcano).

<受付: 2006年9月22日>