

水位低下時における高遠湖湖底からのガス湧出

村越直美・新井崇

信州大学理学部物質循環学科

Gas bubbling from the bottom of Takato Lake during lake-level fall

Naomi Murakoshi & Takashi Arai

Department of Environmental Sciences, Faculty of Science,
Shinshu University, Matsumoto 390-8621, Japan

Keywords: Takato Lake, gas bubbling, lake-level fall
高遠湖, ガス湧出, 湖水面低下

はじめに

高遠ダムは天竜川の一支流である三峰川に建設された、二ヶ所あるダムの中のひとつである。三峰川-天竜川の合流点から10.5km上流に位置し、ダムの上流側には背水域である高遠湖が広がっている。

高遠ダムのさらに上流側には美和ダム(総貯水量 $3,750\text{m}^3$)があるが、流入土砂による埋積が進み、機能低下が著しい。堆砂実績などから年平均流入土砂量は $68.5\text{万m}^3/\text{yr}$ と見積もられている。このため上流の戸草ダム建設事業と併せ、三峰川総合開発事業が進められている。美和ダムでは恒久堆砂対策として洪水バイパスを設置し、流下してくるウォッシュロードを洪水とともにダム湖を迂回して美和ダム直下の下流に放流することとし、計画放水量 $300\text{m}^3/\text{s}$ の放流能力によって、年平均 $39.9\text{万m}^3/\text{s}$ を排出する予定となっている。

高遠ダムではこの計画を受けて、2000年から三峰川下流部濁水インパクト調査が始まり、毎年試験放水が行われ、濁水流下による生態系を含む河床への影響に関する調査が行われてきている(環境アセスメントセンター, 2001; 2002)。

ダム放流とガス湧出

2005年度からの美和ダムバイパストンネル稼働にむけた事前調査のため、高遠ダムで第一回試験放水が行われた(2000年11月26-27日, 図1)。ゲート放流開始後、約2時間で最大放流量($30\text{m}^3/\text{s}$)に達し(ゲート全開)、この状態が約3時間継続した後、約7時間の放流量減少(ゲート全開による自然減少)期を経て、基底流量となった。このとき高遠湖の湖水面の低下にともなって、湖棚が水面上に露出した(図2-aおよび図2-c)。

高遠ダムゲートの開放直後から、ダム湖水位の急激な低下にともなって、湖底から気体が盛んに湧出し、湖面一面に気泡が発生する現象がみられた(図2-b)。噴出の最盛期には湖面一面から気泡が沸き上がり、まるで湖水が沸騰しているようだった。このときガス湧出によって湖底堆積物が再浮遊し、ゲート放流によって生じた流れによる湖水の濁りをさらに促進する様子が観察された。ガスの湧出は約3週間後の現地調査時にも認められた。ただし湧出頻度はゲート開放時に比べると低下していた。

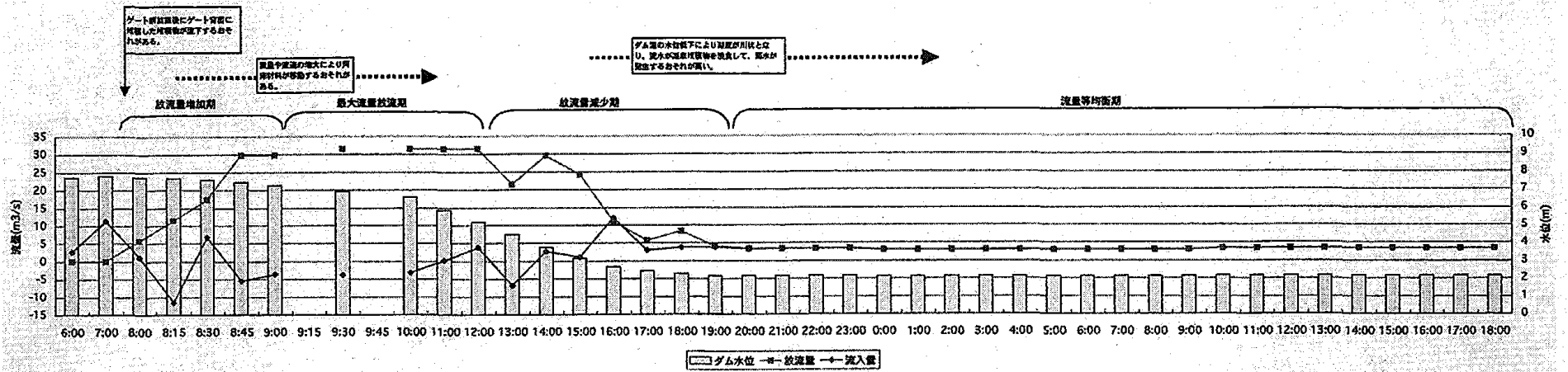


図1 高遠ダムの放流実績（2000年11月26-27日）. 環境アセスメントセンター（2001）を修正.

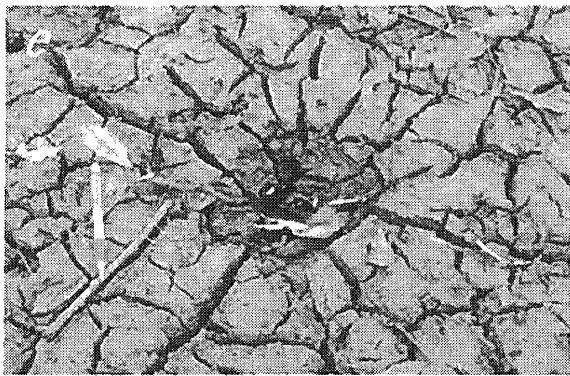
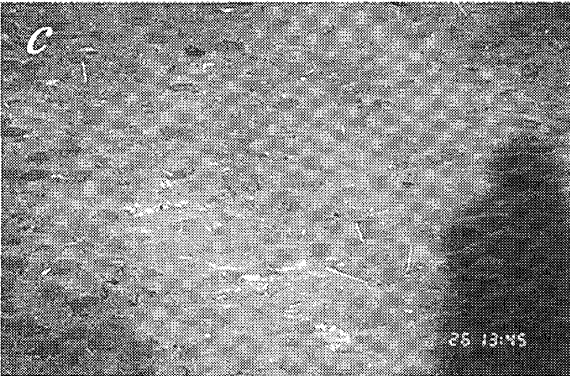
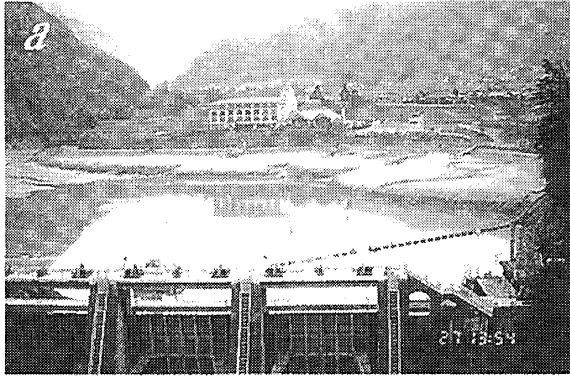


図2 高遠ダムが試験放水を行った際の高遠湖のようす。 a: 水位が低下して湖棚が露出した高遠湖。ダム(手前)から上流方向を見ている。両岸に広く露出した台地状の地形が普段は水没している湖棚。 b: 湖底から湧出している気体の泡を水上置換で採取しているようす。白くぼつぼつと見えているのが湧出している気体の泡。 c: 露出した湖棚面。表面にみられる無数の円形の水たまり群は、半球形にくぼんだクレーターである。直径は10-20cm程度。 d: 約3週間後の湖棚表面のようす。乾裂が発達した地表面にクレーターの凹み (e) がポコポコと残っている。 f: クレーターの断面のようす。地下には気体湧出時の通り道と考えられる通路のような構造が発達しており、この通路を含む面で乾裂が隣のクレーターとつながってネットワークになっていた。

表1 高遠ダム湖底湧出ガス組成

ガス成分 (%)	He	H ₂	O ₂	N ₂	CH ₄	C ₂ H ₆	CO ₂	total
濃度 (%)	0.0	0.0	9.8	79	0.18	0.0	0.070	89.05
100%換算濃度 (%)	0.00	0.00	11.0	88.7	0.202	0.00	0.0786	100

ガスの組成

当初、ガスの発生と噴出メカニズムとしては、水底の湖底堆積物中で生物の代謝作用によって発生し、封圧で堆積物中に閉じこめられていた気体が、水位低下による圧力解放によって浮上したと予想した。このような生物起源のガスは湖底堆積物中からしばしば報告されている（例えば吉田ほか2003）。

湖底堆積物中で発生したガスであるならば、生物代謝由来のメタンやエタンが高濃度で含まれると考え、水位低下時の最大湧出時に湖面から水上置換で湧出していた泡を採集、湧出ガスの組成を分析した。その主要成分を表1に示した。分析結果は、酸素が9.8%（100%換算濃度で11%）、窒素が約79%（89%）、メタンが0.18%（0.20%）、二酸化炭素が0.070%（0.079%）だった。メタンが検出されたものの、予想に反して大気に近い組成だった。3週間後の現地調査の際には、再度湧出ガスの採集を試みたが、ガスの湧出量が低下したことから、十分な量のガスを採取することはできなかった。

湖底クレーター

ゲート放流直後および放流から約3週間後の12月18日の現地調査では、水位低下によって露出した湖棚地形の表面に半球形にくぼんだクレーター状の地形が無数にみられ（図2-cおよび図2-d）、これらが水位低下時のガス噴出口だと考えられる。凹み地形部分の直径は約15cm前後のものがほとんどであった（図2-e）。

クレーターの地下構造を調べるために、トレンチを掘って観察したところ、クレーターの地下部には線状の擾乱がみられ、凹みの中心から地下に割れ目状の通路がほぼ垂直に伸びた構造もみられた（図2-

f）。この通路がガス湧出の通り道だと考えられる。通路は長いもので深さ約1m以上に達していた。

トレンチを掘り進むと、この通路を含む面で乾裂が隣のクレーターとつながってネットワークになっていた。湖棚の離水後の脱水乾燥によって、割れ目が面状に拡大したと考えられる。

湧出したガスは大気の組成を示したことから、湖底堆積物中に空気を含ませ、封入させる過程を経たと考えられる。そのためには湖底堆積物を大規模に離水させ、空中に露出させる必要がある。高遠ダムではこれまでも三峰川の増水に応じてゲート放流が行われてきた（環境アセスメントセンター（2002）ののだが、その際に湖底が全面的に離水するのに十分な程水位が下がったかどうかはいまのところ不明である。

謝辞

高遠ダム試験放流時の現地調査の際には環境アセスメントセンター（株）に便宜を図っていただいた。湧出ガスの採取には高遠ダム管理事務所の方に協力していただいた。信州大学理学部物質循環学科の千田有美さんには湖上でのガス採取や堆積物調査を手伝っていただいた。

引用文献

- 環境アセスメントセンター，2001，平成12年度三峰川下流部濁水インパクト調査業務委託報告書．118p.
 環境アセスメントセンター，2002，平成13年度三峰川下流部濁水インパクト調査業務委託報告書．110p.
 吉田則夫・塚原弘昭・奥澤保・Gennadyi Kalmychikov・Vladimir Geletyi・佐野祐司，2003，同位体比から見たバイカル湖ガスの起源．月刊地球，号外42，14-18.