

噴火湾における2006年秋の海底表面泥中の硫化物(AVS-S)の分布

宮園 章*¹, 奥村裕弥*²

Horizontal distribution of acid vapor sulfur (AVS-S) in the bottom surface mud off Funka Bay, 2006.

Akira MIYAZONO*¹ and Hiroya OKUMURA*²

Horizontal distributions of acid vapor sulfur (AVS-S) in the bottom surface mud off Funka Bay were investigated in September, 2006. The high AVS-S concentrations (>0.2 mg-S/g-dry mud) were observed in 70-90 m depth area in the inner part of the bay, where the concentrations of organic matter were high (ignition loss >9%). Expansion of the mud had high AVS-S and high ignition loss observed in this study was smaller than in 1979 observation. These results are contradictory to the hypothesis proposed by Maeda *et al.* (2005) that the excess culture of scallops is making worse of mud condition in Funka Bay.

キーワード：硫化物，強熱減量，底質汚染，噴火湾

はじめに

北海道噴火湾ではホタテ養殖業が盛んである。ホタテ養殖業は1970年代に始まり1990年には湾全体で年間生産量10万トンを超え、現在までその生産規模で推移している。また、アカガレイなどの漁業も盛んであるが、1995-1997年に湾の最深部で形成された貧酸素水塊がベントス群集構造に打撃を及ぼし魚類の成長停滞を招いている¹⁾。高橋らはアカガレイの漁獲量の低下の要因としてアカガレイの生息場所である湾最深部付近の底質悪化によるベントスのバイオマス減少であることを指摘している²⁻⁵⁾。噴火湾の最深部における底質悪化の要因としてホタテガイ養殖からの有機物付加(糞粒)が疑われている⁶⁻⁹⁾。これらの結果から、前田らはホタテガイの養殖規模拡大に伴う糞粒に由来する有機物沈降量の増加が噴火湾における中央部の底質汚濁の要因であると指摘している¹⁰⁾。ホタテガイ養殖からの有機物付加が噴火湾沖合域の底質汚染の要因であるならば1990年以降約16年間続いている年間10万トンを超えるホタテガイ生産は経年的な湾中央部の底質悪化を招いている可能性がある。しかし、噴火湾の中央部では底質汚濁指標である全硫化物量(AVS-S)の調査が1979年以来行われておらず、上記の論議の出発点として現状の把握が求められている。本研究では、噴

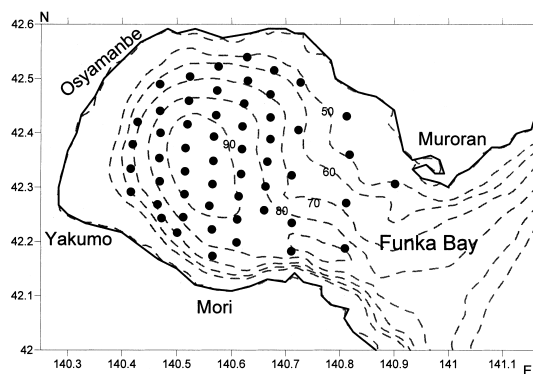


Fig.1 Sampling location

火湾の沖合域におけるAVS-Sの分布を調べ、過去に行われた調査結果と比較することで現状を把握したので報告する。

材料および方法

2006年9月に函館水試、研究調査船金星丸により噴火湾沖合域(水深45m以深)の計64地点で不攪乱採泥器による底泥採集を行った(Fig.1)。柱状泥サンプルのうち海底表面から2cmまでを表面泥として分取した。AVS-S分析用サンプルは表面泥の一部を密封容器に採取し、分析まで冷凍保存した。AVS-Sの分析は検知管法(ガステ

報文番号 A417 (2008年2月20日受理)

*1 北海道立中央水産試験場 (Hokkaido Central Fisheries Experiment Station, Yoichi, Hokkaido, 046-8555, Japan)

*2 北海道立函館水産試験場 (Hokkaido Hakodate Fisheries Experiment Station, Yunokawa, Hakodate, Hokkaido, 042-0932, Japan)

ック社201H)により分析した。同時に、底泥の強熱減量(600°C・2時間強熱)を分析した。得られた結果を過去の調査データと比較した。AVS-Sについては1979年の調査¹¹⁾、強熱減量については1979年の調査および1999年の調査(宮園, 未発表)の結果を用いた。

結果および考察

2006年のAVS-Sおよび強熱減量の水平分布：AVS-S濃度は0.01-1.07mg/g-乾泥の範囲にあり、平均0.18mg/g-乾泥であった。0.2mg/g-乾泥以上の高い濃度が検出されたエリアは湾奥側の水深70-90mで、馬蹄型を呈した(Fig.2上)。強熱減量は4.5-11.3%の範囲にあり、平均9.4%であった(Fig.3上)。強熱減量の値が高いエリアはAVS-Sの高いエリアと重複しており、有機物に富んだ場所でAVS-S濃度が高いことが伺えた。しかし、AVS-Sが0.3mg/g-乾泥以上を示したパッチ状のエリアは必ずしも強熱減量が周囲より高い(11%以上)わけではなかった。硫化物形成には有機物の存在と共に酸素欠乏の環境が必要である。海底面付近の海水への酸素の供給には鉛直的なものと水平的なものがある。春から秋の成層発達期には鉛直的な酸素供給が滞るため、海底直上では水平的な移流・混合が酸素供給のための条件となる。噴火湾では前年の夏から秋に流入した津軽暖流系水が冬季噴火湾水を形成し、その一部が底層水として海底直上付近に滞留する¹²⁾。この水塊は高塩分・低水温・高密度のため保存性が高い性質をもつ。夏から秋に津軽暖流軽水が中・深層から湾内に侵入してくると底層水は湾奥を中心に分布するので、底質におけるAVS-Sの秋の分布は底層水の滞留期間の長いエリア、すなわち貧酸素水塊が残留し易いエリアを示している可能性がある。

過去データとの比較：1979年および1999年の調査で得られた結果を2006年と比較したところ、AVS-S濃度は最大値および平均値ともに1979年に比べて2006年には低くなっていた(Fig.2)。上記のとおりAVS-S濃度は時間経過に伴い変化すると考えられるので、7、8月に調査された1979年と9月に調査された2006年の結果を単純に比較することはできない。他方、強熱減量については1979>1999>2006の順に値が小さくなっていった(Fig.3)。強熱減量についても調査時期による値の違いはあり得るが、1979年と1999年は7月の調査でありほぼ同時期のデータとして比較できる。両年の比較では底質中の有機物量が1979年に比べて1999年に減少している。2006年の結果は季節的な違いを考慮しても、1999年に比べて有機物量は少なく、近年になって経年的に噴火湾の海底有機物量が増加しているようにはみえない。

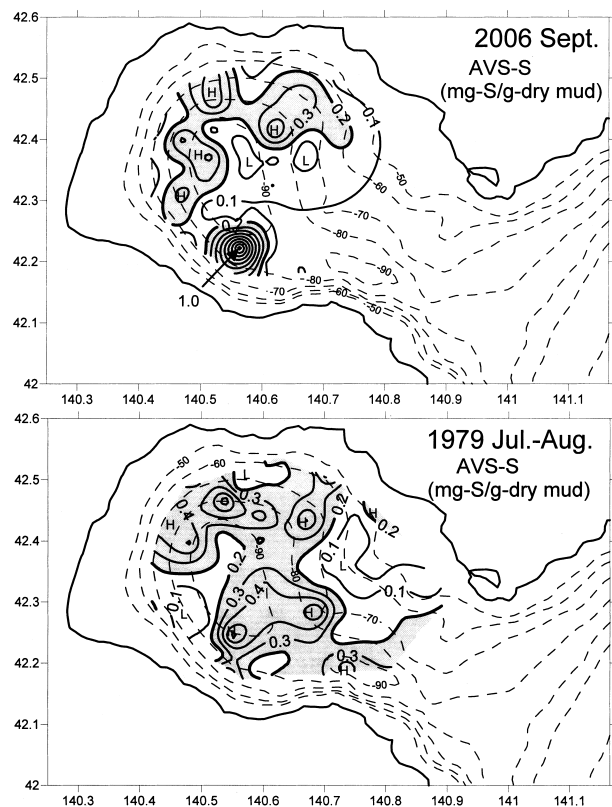


Fig. 2 AVS-S concentrations of bottom surface mud in September, 2006 (top) and in July-August, 1979 (bottom: the Fisheries Agency 1980) in Funka Bay. Hatch-ed areas indicate that AVS-S is higher than 0.2 mg-S/ g-dry mud. Dotted lines were depth contour.

噴火湾では基礎生産の多くが春季ブルーム時期に集中し、春季ブルームで生産された有機物の約40%が海底に輸送され、そこで消費・分解を受ける¹³⁾。しかし、春季ブルームの規模は年によって大きく異なる¹⁴⁾。2006年、1999年および1979年の強熱減量の値の違いはこのような年度による春の生産規模の差を反映している可能性がある。

他方、ホタテガイ養殖の生産量は1970年以降、飛躍的に増大している。1979年当時の年間3万トン程度だった水揚げ量は1995年以降10万トン前後となった。これまで、沿岸部におけるホタテ養殖の生産拡大が噴火湾中央部の底質への有機物負荷を招き、それが貧酸素水塊形成を招いている可能性が指摘されてきた¹⁰⁾。工藤・芳村は噴火湾における0-30m水柱全体の年間基礎生産量36万tC/yearのうち、17万tC/bloomは春季ブルームで生産され、その34%の5.7万tC/bloomが海底に堆積すると見積もった¹⁵⁾。噴火湾におけるホタテ養殖漁場は湾面積の約19%である¹⁶⁾。ホタテが養殖されていない場合の養殖漁場エリアにおける春季ブルーム由来の有機物沈降量は1.1万tC/bloomとなる。噴火湾の年間生産が12万トンの場合、ホタテガイ養

殖漁場から除去（水揚げ）される有機物量は0.6万tC/yearであり，0.4万tC/yearの糞粒がホタテガイ養殖漁場の海底に堆積する¹⁶⁾。糞粒の沈降量は春季ブルーム由来の湾全体の沈降有機物の7%程度，ホタテガイ養殖がない場合の養殖漁場における春季ブルーム由来の有機物沈降量の36%であり，有機物の海底への沈降への貢献度は春季ブルームに比べると規模が小さい。

底質における有機物の負荷および分解過程は周年を通じたメカニズムがあり，経年的な底質変化はこのメカニズムを理解した上で評価されるべきであろう。噴火湾では1年を通じて湾の海底に沈降する有機物がどのような

分解過程をたどっているかを評価した例はない。底質汚染の進行・改善どちらに向かっているのかを判断するためにはこの課題に取り組む必要がある。少なくとも，今回の結果は長年のホタテガイ養殖により噴火湾沖合域の底質汚濁が進行しているという前田らの仮説（2005）を支持するものではない。

謝 辞

調査にあたり，多大な協力を得た函館水試研究調査船金星丸船長および乗組員の皆様に感謝します。

文 献

- 1) Kimura M, T. Takahashi, T. Takatsu, T. Nakatani and T. Maeda: Effects of hypoxia on principal prey and growth of flathead flounder *Hippoglossoides dubius* in Funka Bay, *Japan Fish. Sci.* 70, 537-545 (2004)
- 2) 高橋豊美, 木村賢史, 田中禎孝, 鈴木幸広: 噴火湾におけるベントス分布に関する研究. 財団法人北水協会学術研究・改良補助事業報告書 (H13年度), 9-16 (2002)
- 3) 高橋豊美, 木村賢史, 泉浦裕基, 箕崎龍也, 佐藤昭智: 噴火湾におけるベントス分布に関する研究. 財団法人北水協会学術研究・改良補助事業報告書 (H14年度), 11-20 (2003)
- 4) 高橋豊美, 泉浦裕基: 噴火湾におけるベントス分布に関する研究. 財団法人北水協会学術研究・改良補助事業報告書 (H15年度), 11-20 (2004)
- 5) 高橋豊美, 大江昌範, 蘆田雄毅: ベントスの群集構造および鍵種の個体群構造に関する研究. 財団法人北水協会学術研究・改良補助事業報告書 (H16年度), 16-26 (2005)
- 6) 築田 満: 噴火湾底層水における酸欠原因に対する有機物蓄積過程の寄与. 財団法人北水協会学術研究・改良補助事業報告書 (H13年度), 3-8 (2002)
- 7) 築田 満: 噴火湾底層水における酸欠原因に対する有機物蓄積過程の寄与. 財団法人北水協会学術研究・改良補助事業報告書 (H14年度), 3-10 (2003)
- 8) 築田 満: 噴火湾底層水における酸欠原因に対する有機物蓄積過程の寄与. 財団法人北水協会学術研究・改良補助事業報告書 (H15年度), 4-11 (2004)
- 9) 築田 満: 噴火湾底層水における酸欠原因のモニター. 財団法人北水協会学術研究・改良補助事業報告書 (H16年度), 5-15 (2005)

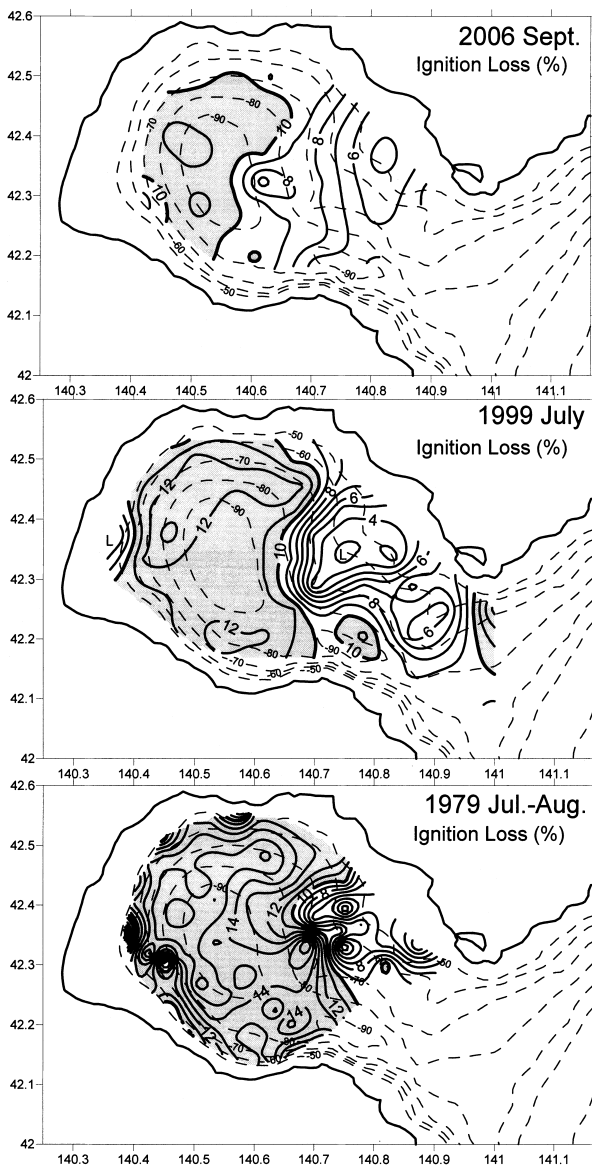


Fig.3 Distributions of ignition loss of bottom surface mud in September, 2006 (top), July, 1999 (middle: Miyazono, unpublished data) and July-August, 1979 (bottom: the Fisheries Agency 1980) in Funka Bay. Hatched areas indicate that ignition loss is higher than 10%. Dotted lines were depth contour.

- 10) 前田辰昭, 高橋豊美, 築田 満: 噴火湾における底棲漁業資源と海洋環境に関する研究. 財団法人北水協会学術研究・改良補助事業報告書 (H16年度), 1-4 (2005)
- 11) 水産庁: 昭和54年度 漁場改良復旧基礎調査報告書 内浦湾 (噴火湾). 東京, 水産庁, 97-99 (1980)
- 12) 大谷清隆, 秋葉芳雄, 伊藤悦郎, 小野田勝: 噴火湾の海況変動の研究IV. 津軽暖流水の流入・滞留期の海況. 北海道大学水産学部研究彙報. 22, 221-230 (1971)
- 13) 工藤 勲, 宮園 章, 嶋田 宏, 磯田 豊: 噴火湾における低次生産過程と貝毒プランクトンの中長期変動. 沿岸海洋研究. 43, 33-38 (2005)
- 14) 嶋田 宏, 西田芳則, 伊藤義三, 水島敏博: 噴火湾八雲沿岸における養殖ホタテガイの成長, 生残と漁場環境要因の関係. 北水試研報. 58, 49-62 (2000)
- 15) 工藤 勲, 芳村 毅: 噴火湾における春季ブルームの一次生産とその行方. 沿岸海洋研究. 38, 47-54 (2000)
- 16) 宮園 章: 噴火湾におけるホタテガイ養殖の現状と適正養殖量推定のための諸課題. 日本ベントス学会誌. 61, 45-52 (2006)