

閉鎖性海域の環境創生プロジェクト研究

英虞湾の底質モニタリング調査

山形陽一・清水康弘・国分秀樹・原口浩一*・アンガラ カシ*・千葉賢**

* (財) 三重県産業支援センター **四日市大学

目的

英虞湾の水質については、英虞湾環境モニタリングシステムから発信されるリアルタイムの観測データや湾内10測点での月1回の定期観測データ等があり、シミュレーションの検証データに不足はないが、底質については、水産研究部が年1回実施している湾内20測点のデータしかない。

このため、別途開発を進めている底質モデルの検証に利用できるデータがなく、モデルのパラメータ調整等に支障をきたす恐れがある。更に、比較的短い間隔で定期的に底質を監視するような調査は行われていないため、昨年度に引き続き底質モニタリングを実施し、季節変化を把握するとともに、物質循環の解明に資する。

方法

昨年度に引き続き、英虞湾奥部の立神、湾央付近の

タコノボリ、前川の流路にあたる鵜方の3か所(図1)で底質調査を実施した。立神では平成18年4月、5月、7月、9月、11月、19年1月、3月の計7回、タコノボリでは平成18年4月、5月の2回、鵜方では18年6月の1回、それぞれ深さ10cm程度まで(一部20~22cm)の底泥のコアを採取した。採取したコアは0~0.5, 0.5~1, 1~1.5, 1.5~2, 2~2.5, 2.5~3, 3~4, 4~6, 6~8, 8~10cmの10層(一部はこれに20~22cmを加えた11層)を切り出し、層別に物性(水分含量, 比重, 酸化還元電位)と化学成分(AVS, TOC, TN, Fe, Mn)を調査した。今回は、平成19年3月までの結果について、立神とタコノボリを中心に報告する。

なお、一部の底質試料については、切り出した後直ちに窒素ガスを封入し、東京大学大学院総合文化研究科広域システム研究科に送り、県からの受託研究として鉄化合物の化学種形態分析を行った。この結果については別途取りまとめられている。

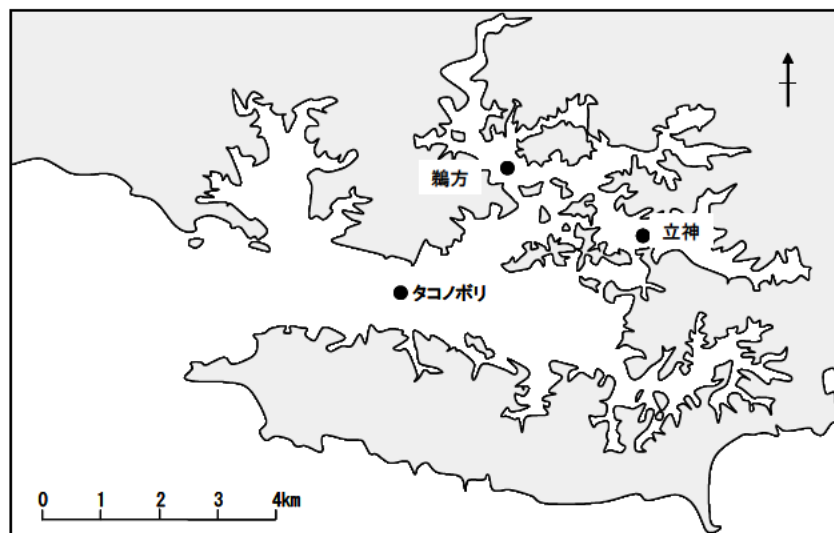


図1 底質モニタリング測点図

結果および考察

立神及びタコノボリの底質分析結果を図2-1, 2-2および図3-1, 3-2にそれぞれ示した。

水分含量, 比重については、立神、タコノボリとも大

きな季節変動はみられなかった。深さ方向には、いずれの測点でも水分は深くなる程減少し、比重は逆に増加した。立神底質の水分含量は表層で約80%、5cm層で約65%、9cm層で約60%と、タコノボリの同じ層に

比べて各深さにおいて10%程度多い傾向がみられた。比重は立神では1.1~1.4, タコノボリでは1.2~1.5といずれの層においても立神がタコノボリより0.1程度小さくなっており, 立神の泥の密度はタコノボリに比べて粗であるといえる。

ORPについては, 両測点とも深くなるに従って低い値を示すが, 表層付近程低下の度合いが大きく, 2cm以深ではそれ程大きな変化はみられなかった。タコノボリではORPがマイナスになったのは7, 9月の7cm以深のみであり, 期間を通してほぼ酸化的环境にあったと推測された。

これに対して立神では, ORPがプラスを示すのは表層から2cmまでで, 2cm以深では季節に関係なくほぼ

マイナスを示し, 表層を除き常に還元的な環境にあるといえる。また, 2006年の9月には表層でもマイナスを示し, AVSは後述のように2mg/g-DW近くに達しており, 明らかに硫化水素が発生するような環境にあったと考えられる。両測点におけるORPの差は, 海底付近の酸素条件の違いによるものと考えられる。

AVSは立神とタコノボリとでは変動の傾向が大きく異なった。すなわち, タコノボリでは図3-1にみられるように, 0.25cmの極表層ではいずれの時期にもほとんど存在せず, 深くなるに従い濃度は僅かに増加する傾向が認められた。しかし, 調査した最下層の9cmでも0.4mg/g-DWを超えることはなく, 多くは0.2mg/g-DW以下であった。

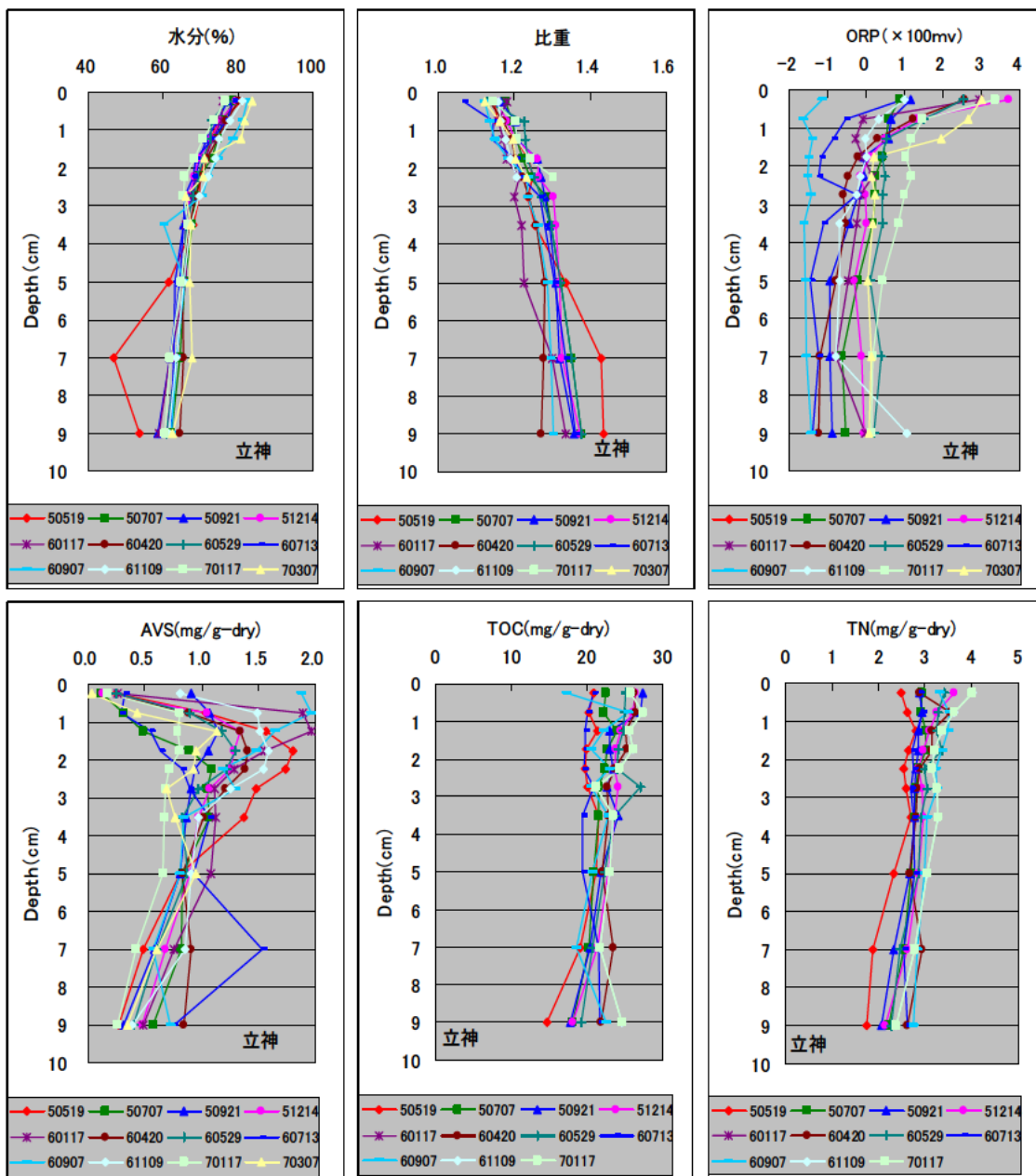


図 2-1 立神浦底質の鉛直分布

また、2005年の5、12月は若干高くなったが、明確な季節変動の傾向はみられなかった。一方、立神では図2-1にみられるように、いずれの季節でも深さ方向の変動は大きく、AVS濃度の極大は1~2.5cm層の間にみられた。5cm以深では大きな変動はみられず、深くなるに従って濃度は低下し、観測最深部の21cm層ではほぼ0に近かった。AVSは硫酸還元作用により発生した硫化水素が水中の2価鉄イオンと反応して生成されるものであり、AVS濃度の高い層が硫化水素発生のフロントであるといえる。したがって、ORPの項でも述べたように、2006年の9月7日の観測では極表層の0~1cm層でAVSの極大値がみられており、この時には恐らく硫化水素が水中に溶出していた可能性が高い。英虞湾環境モニタリングシステムでこの時期の立神観測局のB-1mの溶存酸素濃度をみると1mg/l前後を示しており、底質表層でのAVSの増加は底層の貧酸素の影響によるものと考えられた。このような硫化水素の溶出は底層水の更なる貧酸素化につながり、貧酸素水塊の規模の拡大に関与していることを示唆するものである。また、図2-2にみられるように、7月にはAVS濃度が

低く、期間中0.25cm層のAVSが増加したのはいずれも9月であり、2cmより上の層では全般的に春、秋にAVSは増加する傾向を示したが、最高値は2006年1月の1.25cm層で観測されており、明確な季節変動があるとはいえなかった。AVSの変動には、硫酸還元細菌の活性に関する水温や底層水の酸素濃度の影響が反映されるのではないかと考えられる。

TOCとTNはほぼ同様の変動傾向を示した。タコノボリでは2006年の4月に少し高い値が観測されたが、TOCは16~19 mg/g-DW、TNは2.0~2.5 mg/g-DWの範囲にあり、季節変動は全く認められなかった。TOC、TNとも表層では若干高くなったが、深さ方向の変動もほとんどみられず極めて安定していた。一方立神では、TOC、TNともに極表層の0.25cmの変動が最も大きかったが、5cm層までは層別の差は小さくTOCではほぼ20~27mg/g-DWの範囲、TNでは2.5~3.6mg/g-DWの範囲であった。5cm以深では深くなるに伴い両者の濃度は低下する傾向がみられた。21cm層ではTOCでは13 mg/g-DW、TNでは約1.4mg/g-DWという低い値が観測された。

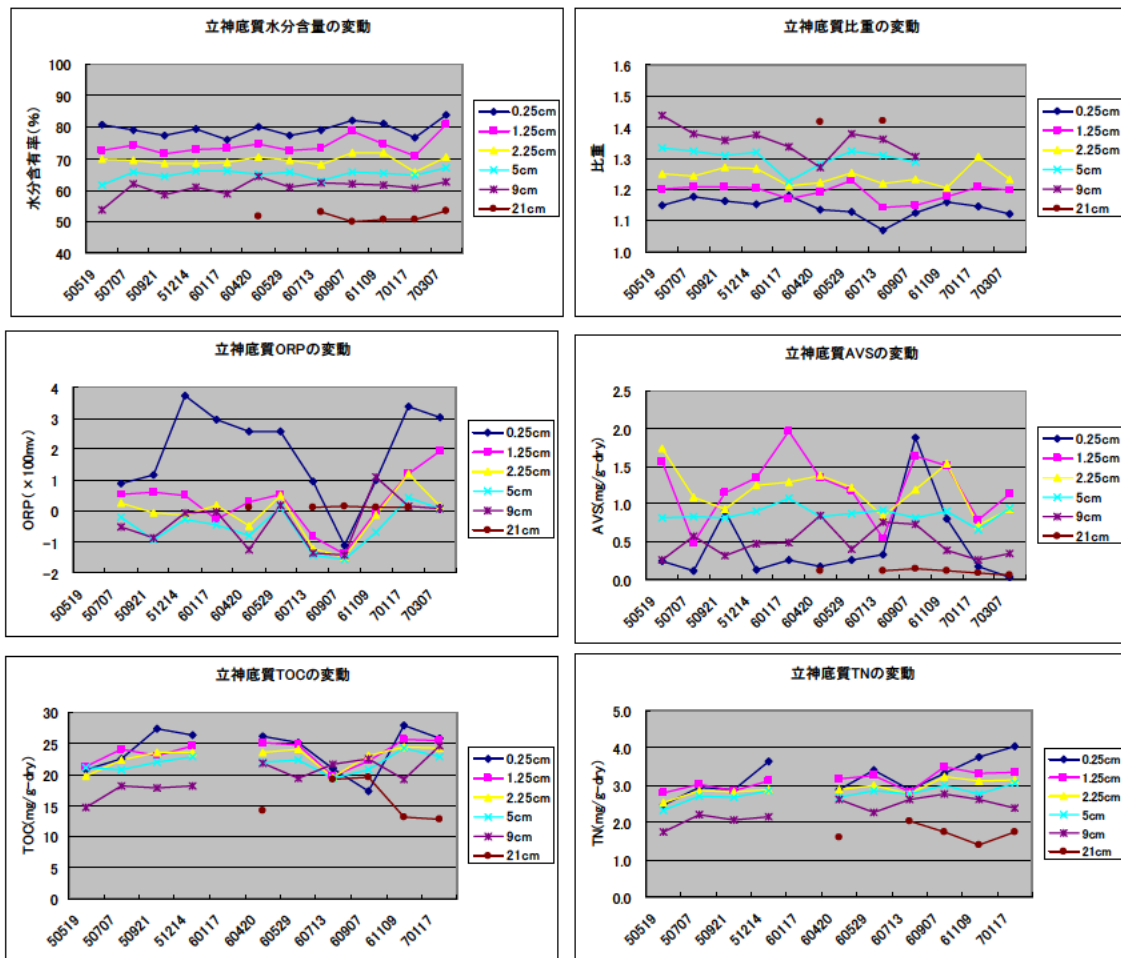


図 2-2 立神浦底質の各層別の変化

立神浦底泥の堆積速度を測定した試料の TOC, TN 分析結果では、25cm 以深でこれらの濃度はほぼ一定になり、その値は TOC で 12 mg/g-DW, TN で 1.3 mg/g-DW であった。今回の調査でも 21cm 層の値はこれに近く、20cm 以深の有機物はほとんど難分解性の有機物で占められていることが分かった。立神とタコノポリでみられた底質の鉛直分布様式の違いは、両測点における底泥の攪乱強度の差に起因しているのではないかと考えられる。すなわち、両地点において底土の堆積速度の解析を行った際に、攪乱の影響を受ける混合層の厚さが立神では 0~6cm と推定されたのに対し、タコノポリでは 0~13cm と推定されており、今回測定した 10cm という深さは、タコノポリでは混合層に含まれるため、深さ方向の変動がほとんどみられなかったのではない

かと考えられる。英虞湾環境モニタリングシステムの濁度データで、しばしばタコノポリの底層で高濁度が観測されていることから、タコノポリでは潮流等の影響で底土の攪乱が大きかったことがある程度裏付けられる。また、生物学的な攪乱作用においても、周年底生生物が生息しているタコノポリと夏期には無生物状態になる立神とでは大きな違いがあると考えられ、タコノポリの方がより生物学的な攪乱の効果を受けているとみなせる。両海域の沈降フラックスについては大きな違いがないにもかかわらず、立神の方がより底質汚染が進んでいるのは、水深や夏期の酸素条件の違いに加えて、混合層の厚さの違いが両測点での底質の有機物分解能の差となって現れているためではないかと考えられる。

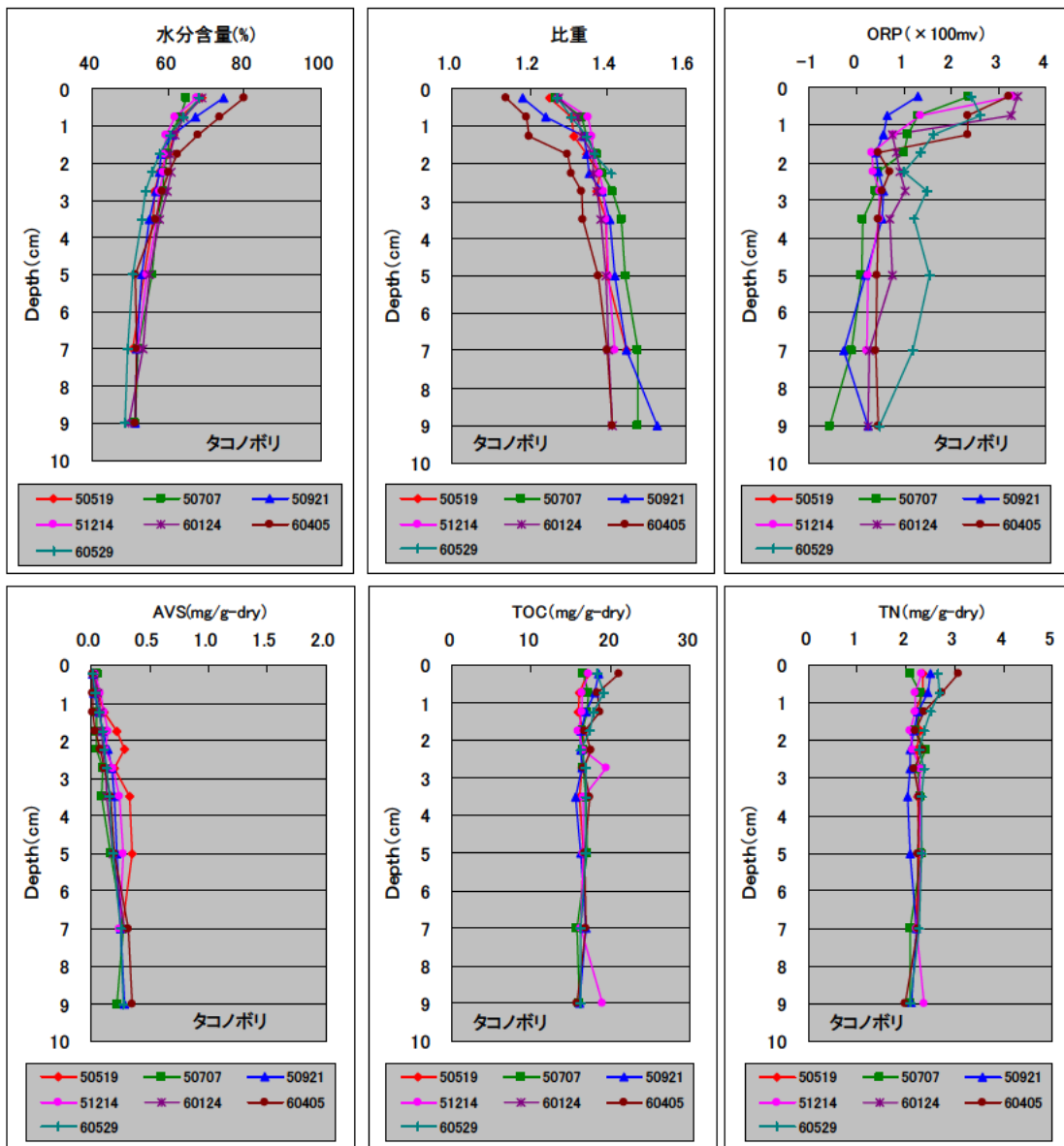


図 3-1 タコノポリ底質の鉛直分布

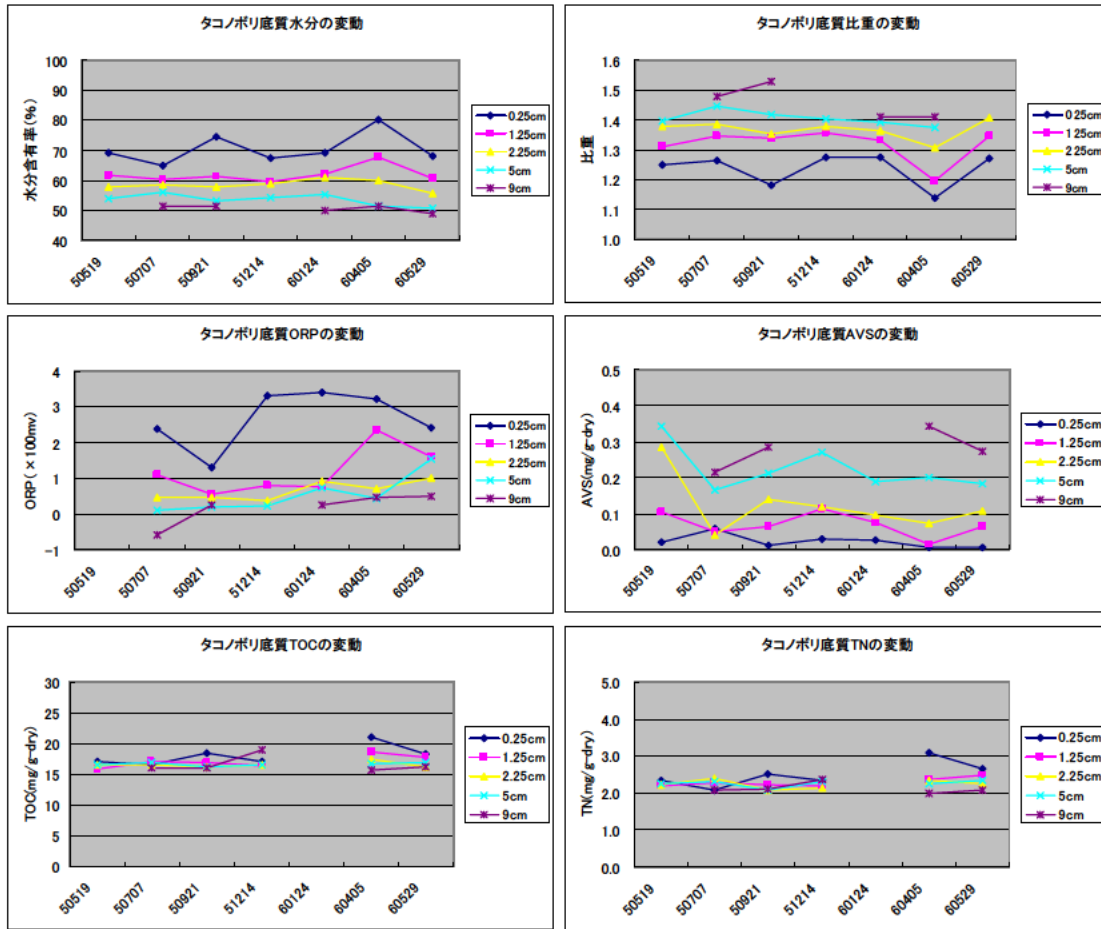


図 3-2 タコノポリ底質の各層別の変化

鵜方の底質についても、今までに得られている観測結果から簡単に解説を加えておく。水分、比重といった物性は立神とタコノポリの中間的な値を示した。ORP は表層では周年プラスを示し、立神のように時期によりマイナスになるようなことはなかったが、深い層では冬場以外はマイナスを示した。AVS は表層の値はタコノポリと同様に低いが、期間中には約 1.5 mg/g-DW という値も観測されており、立神同様汚染は進んでいる。ただし、AVS のピークは 1.75~2.75cm 層で見られており、立神の 0.75~1.75cm に比べて深いことから、立神程硫化水素の影響を強く受けていないと考えられる。このように、AVS が最大になる層にずれがみられたのは、両測点の ORP の違いからみても、底層水の酸素条件が異なるからではないかと推察された。TOC、TN は立神より若干小さい値を示し、鉛直分布において

も立神、タコノポリとは異なった様式を示した。

英虞湾の底質調査において、本モニタリング調査で実施しているように細かくコアを切り出し、鉛直プロフィールを詳細に調べた例はない。これにより、いままでも切り出す層が厚かったために埋もれてしまっていた表層付近の変動を捉えることができた。また、東京大学に委託して実施している底泥中の鉄化合物の化学種形態分析においても、パイライト (FeS₂) と 3 価 (FeOOH) および 2 価 (主に珪酸塩鉱物) の鉄化学種の分布から、これらが海域の水質環境、特に溶存酸素の影響を受けて変動していることが明らかになった。鉄化合物やこれに連動する硫化物の変動様式は底質モデルでも観測値の再現性を検討しているところであり、更に観測値の収集をはかり、底質モデルのパラメータ修正を行い、モデルの精度向上に努める必要がある。