

湾内のがれき堆積状況

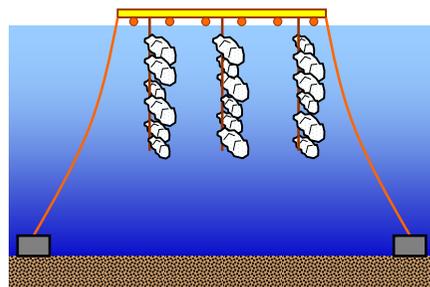


首都大学東京 横山勝英
NPO森は海の恋人 畠山 信

三陸リアス式海岸では沿岸漁業が盛ん
・カキ, ホタテ, わかめの垂下式養殖
・定置網



いかだやブイを使って
海面下10~15mまで
垂下する



1970年代, 気仙沼湾で赤潮
が頻発し, 牡蠣養殖が打撃を
受ける.



流域から海域までのつながり
の重要性を訴える社会運動
〈森は海の恋人植樹祭〉



巨大津波により三陸の水産業が壊滅、瓦礫被害が発生



津波で発生するがれきの問題

住宅街、養殖いかだ、定置網、漁船、漁港施設、加工施設、燃油タンクなどが津波で破壊され、火災も発生した

- (1) 陸上のがれき問題
- (2) 漂流するがれき問題
- (3) 海底がれきの問題

- (a) がれきの物理的な問題
- (b) がれきの化学的な問題
- (c) 生態系への影響

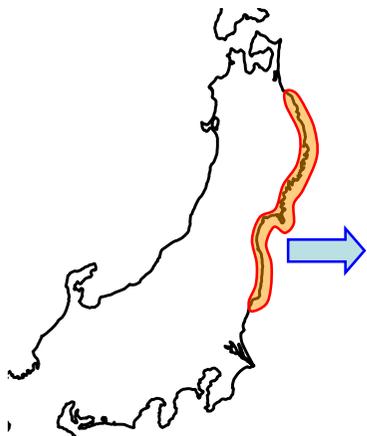
(3-a)

被害が広範囲にわたっており、効率よく探査・撤去する必要がある
撤去・輸送計画を考える上で、がれきの物性・形状に関する情報が必要

(3-b)

陸上・海底がれきから漏出した油、重金属や有機化合物などによる汚染実態を把握する必要がある

がれきの全体概要



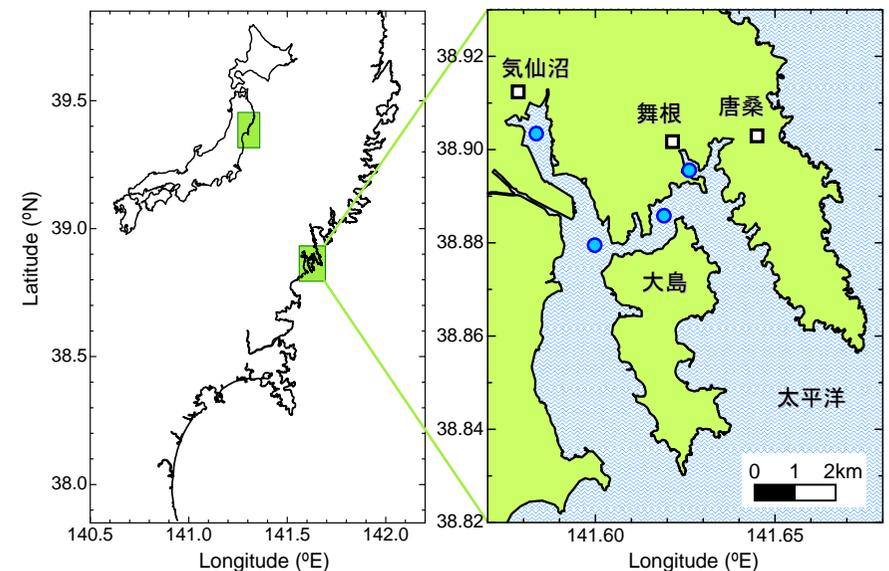
	廃棄物量(万t)		
	災害廃棄物	津波堆積物	合計
岩手県	395	130	525
宮城県	1,200	672	1,873
福島県	207	153	361
合計	1,802	956	2,758

H24.11.16 環境省、被災三県沿岸市町村の災害廃棄物処理の進捗状況

廃棄物の種類	廃棄物量(万t)		
	漂流ゴミ	海底ゴミ	合計
家屋等	133.6	278.3	411.9
自動車		31.3	31.3
流木(海岸防災林)	19.9		19.9
漁船を含む船舶	0.1	10.1	10.2
養殖施設、定置網		3.4	3.4
コンテナ		3.5	3.5
合計	153.6	326.6	480.2

H24.3.9 環境省、東日本大震災により流失した災害廃棄物の総量推計結果の公表について

気仙沼での調査例



調査内容

◆津波がれきの調査(陸)◆
被災者から写真・ビデオを入手
航空写真を用いた被害状況の把握
津波の遡上痕跡の現地調査

◆津波がれきの調査(海)◆
音波探査機を用いた海底調査

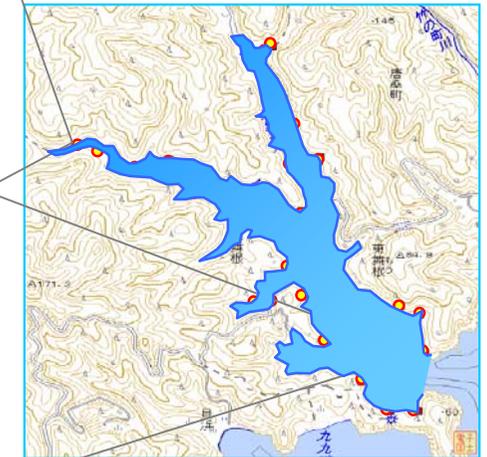
◆津波(引き波)のシミュレーション◆
3次元流体シミュレーションにより引き波を再現
がれきの挙動を追跡

◆環境への影響調査◆
植物プランクトン(クロロフィルa)
重金属類
底泥の油汚染

津波の遡上高



津波痕跡を水準測量とレーザー距離計により29地点で計測



津波の引き波



低下速度: 0.0245m/s
(1秒で約2.5cm)





00:42

緩やかに渦巻く場所もあり

25.4m



00:48

水面流速: 3.8m/s

海の被害状況

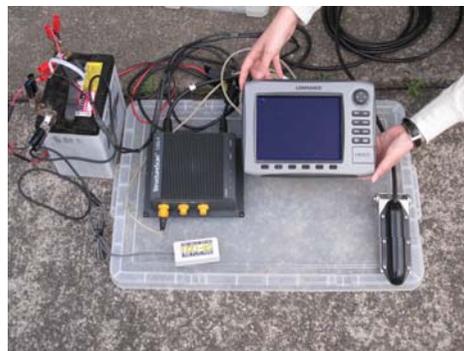
横山(首都大), いであ(株), 畠山(NPO森海)



ソナーによる調査方法

○小型・安価なサイドスキャンソナーを用いて海底がれきを探索する手法を検討した

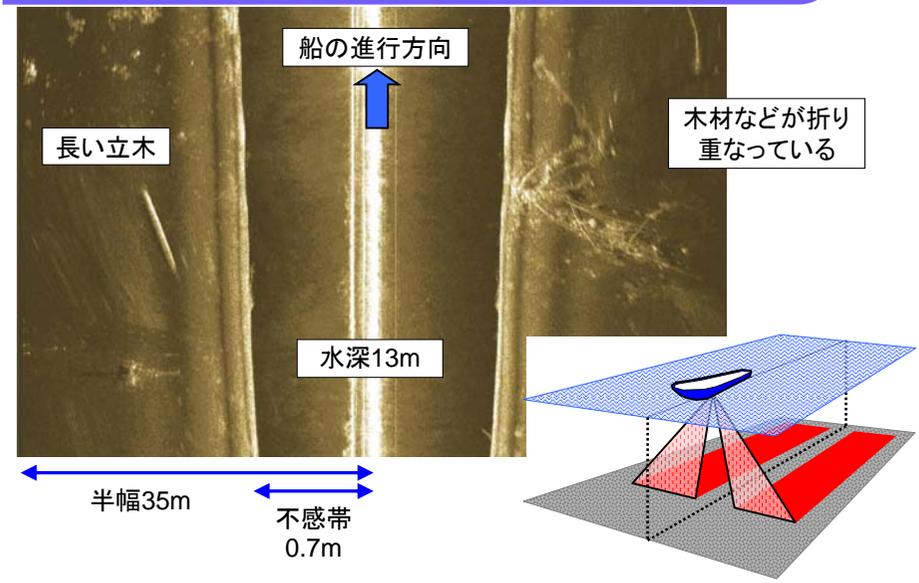
○がれきの海底分布図を作成



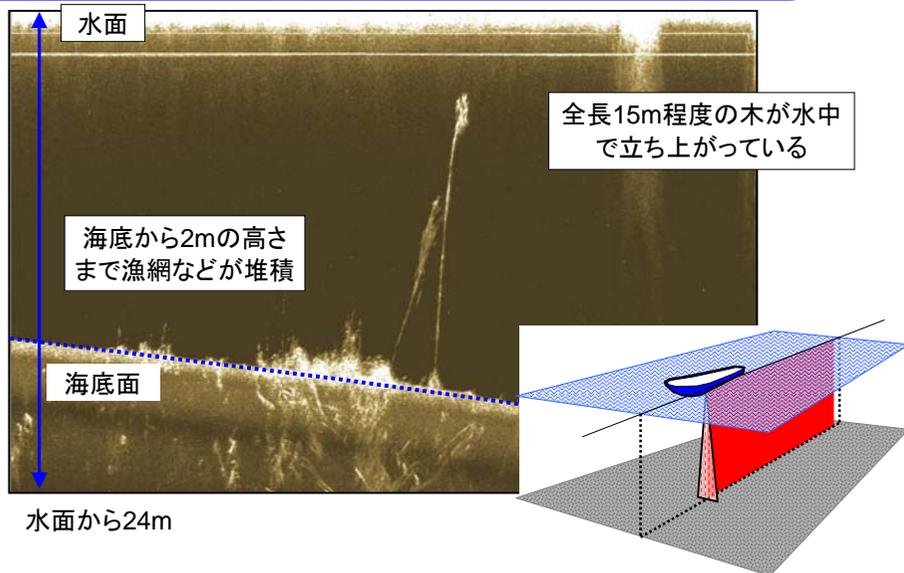
○形状・寸法を推定する方法を検討, 材質別の体積を計算

○流速分布と堆積分布の対応を考察

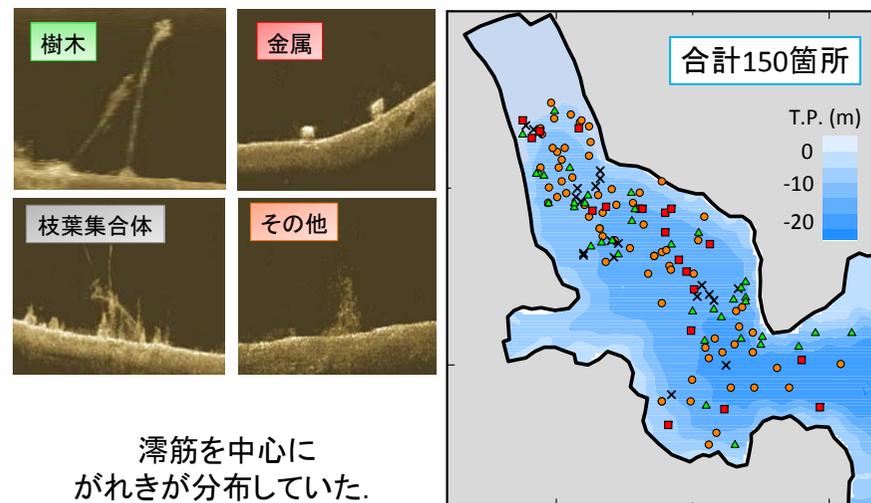
サイドスキャン画像



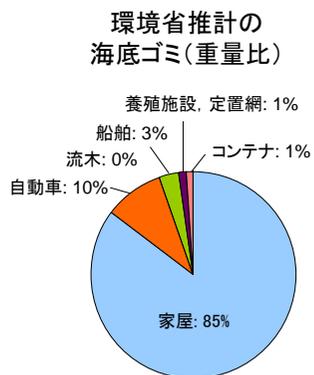
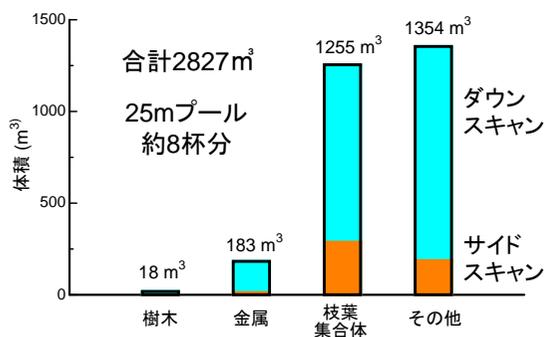
ダウンスキャン画像



がれき分布(全部)



がれきの体積



杉などの巨木はその存在が目立つものの、体積としては少なかった
雑多な物が大半を占めていた

シミュレーションによる検討

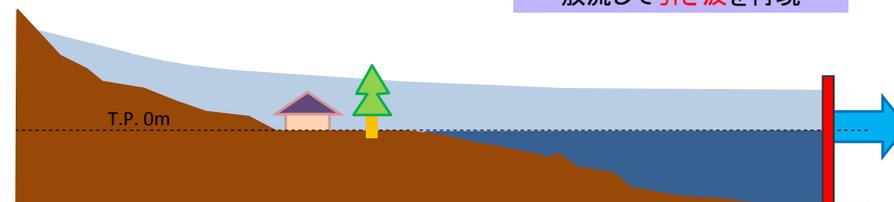
新谷・横山(首都大)



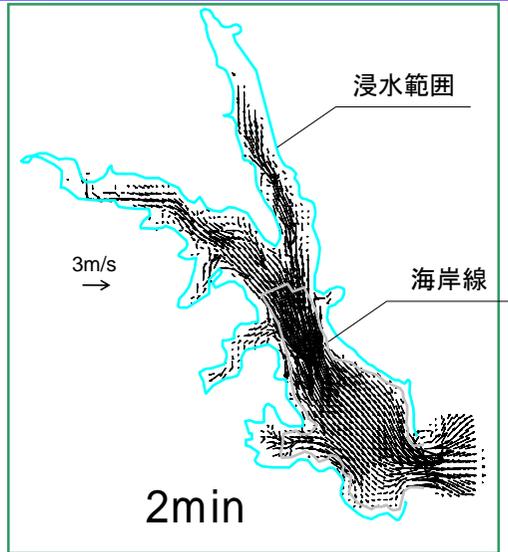
Fantom-3D

基礎方程式	Navier-stokes式
	連続式
乱流モデル	LES
計算領域	1.3 km × 1.6 km
水平格子	20 m
鉛直格子	1 m
Δt	0.5 sec

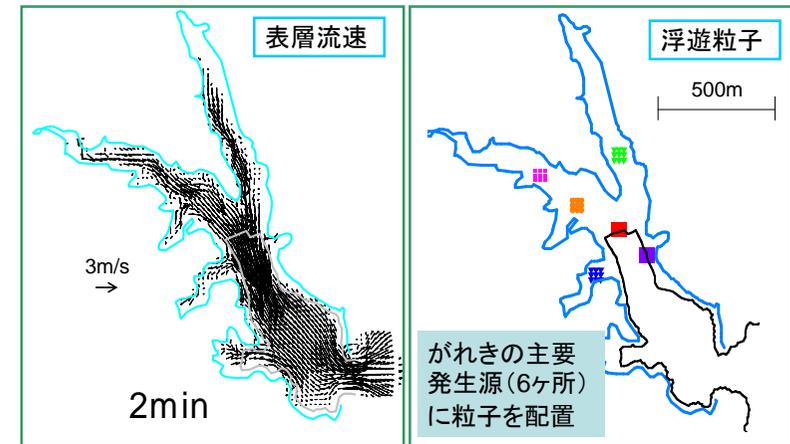
湾口から海水を9500m³/sで放流して引き波を再現



流速の計算結果

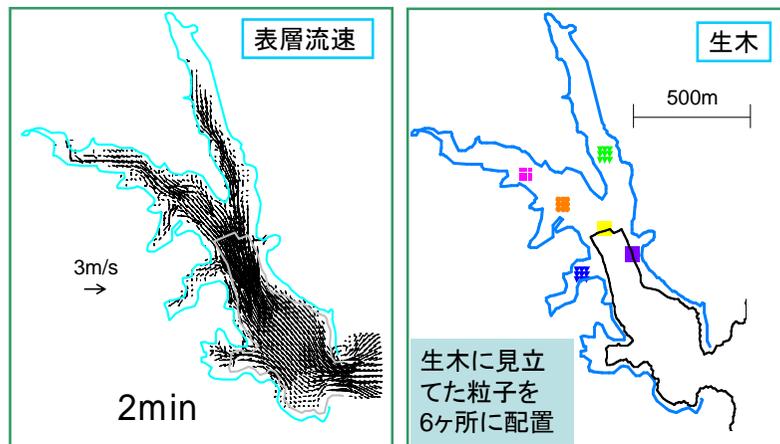


浮遊粒子の追跡

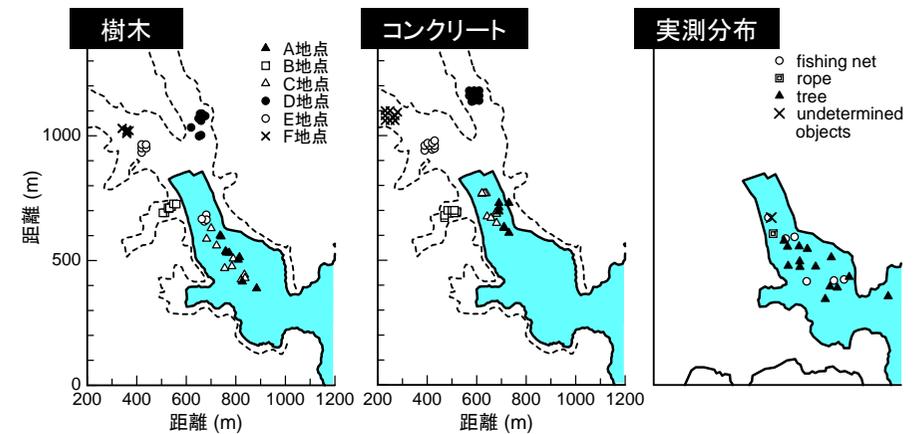


浮遊粒子は流速が速い滞筋を通過し約8割が湾外へ流出→現場状況と対応

水中粒子の追跡



実測値と計算値の比較



○滞筋付近に堆積する様子は再現できた
△ただし、実際よりも移動距離が少し短い
→改善が必要

がれき調査のまとめ

- 津波浸水範囲の家屋は全て破壊され、樹木も流された
- 引き波では4m/sを超える強流速が発生した
- 浮遊する物体(材木, 船, いかだ等)は湾外に流出した
- 金属・コンクリート・生木は湾の中央部に堆積した
- 堆積の容積としては枝葉や不明物など雑多な物が多く, 樹木や金属塊は少なかった
- この構成は陸上調査(環境省)による推計と傾向が似ていた



沿岸環境への影響



調査メンバー

活動代表 : 畠山 信 (水山養殖場, NPO法人森は海の恋人副理事長)
 研究統括 : 田中 克 (京都大学名誉教授, NPO法人森は海の恋人理事)

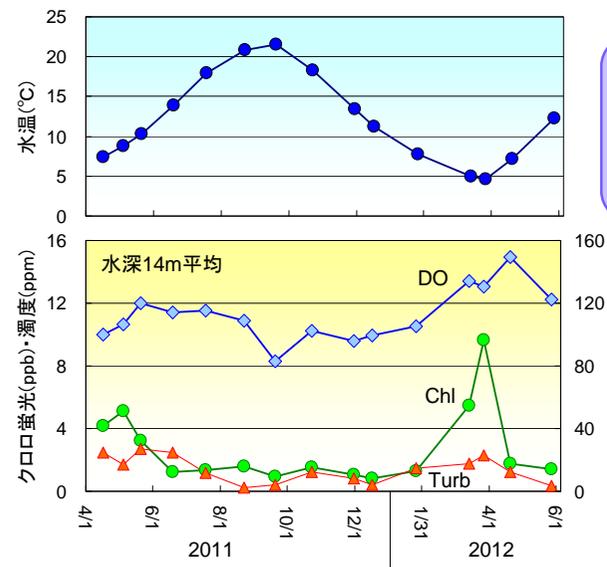
がれき, 水温等 : 横山勝英 (首都大学東京)

海洋微生物 : 吉永郁生 (京都大学)
 植物プランクトン : 西谷 豪 (東北大学)
 動物プランクトン : 山田雄一郎 (北里大学)
 底生動物 : 向井 宏 (京都大学), 園田 武 (東京農業大学)
 貝類 : 千葉 晋 (東京農業大学)
 仔稚魚 : 中山耕至 (京都大学)
 魚類分布・行動 : 益田玲爾 (京都大学)

栄養塩・重金属 : 山本光夫 (東京大学)
 溶存鉄 : 劉 丹 (有明工業高等専門学校)
 有機化学物質 : 張野宏也 (神戸女学院大学)
 ダイオキシン : いであ(株)
 底泥重金属 : 日立化成工業(株)
 放射性物質 : 鯉淵幸生 (東京大学), 豊原治彦・河野益近 (京都大学)
 溪流・河川水質 : 福島慶太郎 (京都大学)

植物プランクトン

横山(首都大), 西谷(東北大)



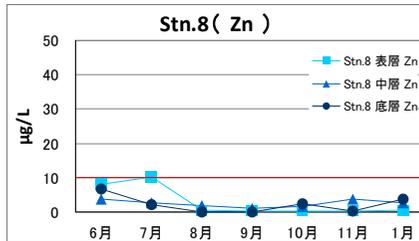
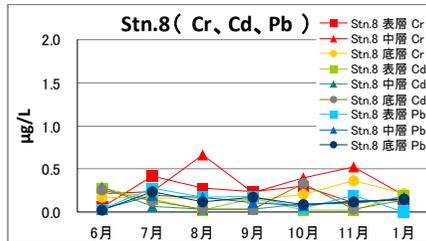
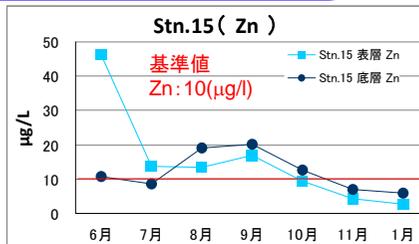
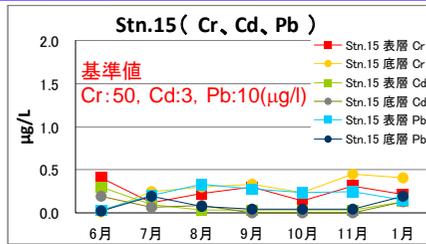
震災直後はプランクトンが高濃度だったが, 2012年3月も高いので, 例年のブルーム現象の可能性有り。



主な種類は珪藻だが, 有害・有毒なプランクトンの発生も見られた。

重金属濃度(Cr, Cd, Pb, Zn)

山本(東大)



Zn以外の重金属類は環境基準値を下回る値を示す。Znは気仙沼湾の奥部で当初高めに出了が、11月以降は基準値を満たす。

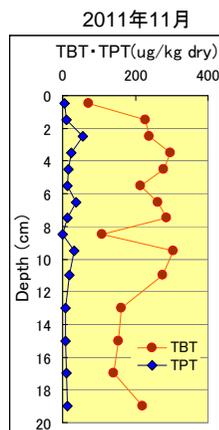
海底泥の状態

いであ(株), 張野(神戸女学院)
吉永・石井(京大), 横山(首都大)



徐々に臭いが薄れてゆき、11月30日以降は表面に黄土色の新しい泥(プランクトンの沈降物)が積もっていた。

震災直後は海底泥が著しくガソリン臭かった

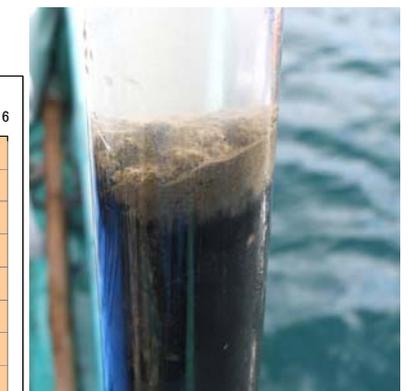
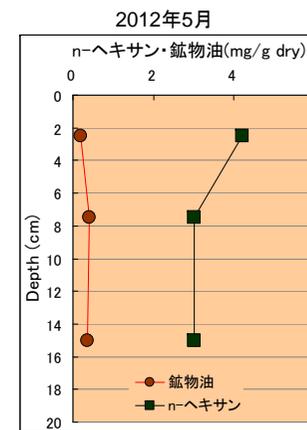


横浜港(1999)¹⁾などと同程度で、比較的高い

大島瀬戸では20cmまでほぼ均一であり、ここまで攪乱されている可能性あり。

船底防汚物質のTBT(トリブチルスズ)とTPT(トリフェニルスズ)は1980年代に出荷のピーク。一般に、少し深い層で高濃度になる。

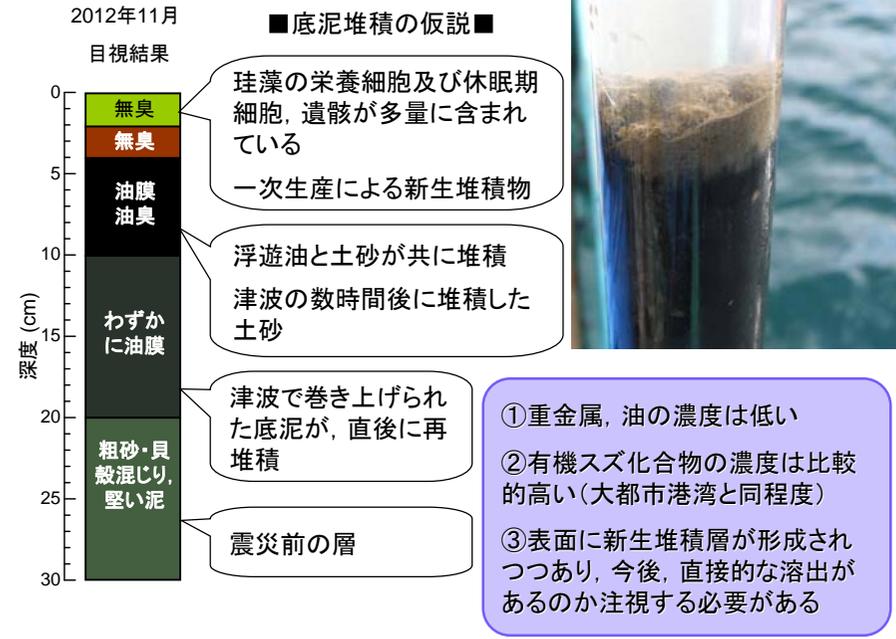
1) 横浜市環境科学研究所報25, 2001



n-ヘキサン抽出物質濃度は油汚染の指標(1 mg/g)であり、ほとんどの地点で基準値を上回る。

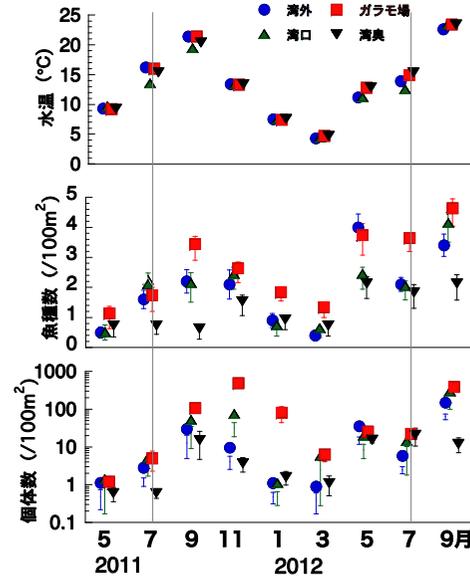
しかし、鉛物油濃度は0.032~1.2 mg/gで、n-ヘキサン抽出物質の約9%

硫黄や一次生産がn-ヘキサンに影響している



魚の種数と個体数

益田(京大), 畠山(NPO森海)



2011年5月は, 魚類の個体数・種数とも極端に少なく, 当歳魚と考えられるハゼ類およびアナハゼ類が少数見られるに過ぎなかった。

前年の同じ月よりも種数・個体数共に増加している

底質が流失した湾奥では回復が遅いが, アマモも徐々に定着してきている

沿岸環境調査のまとめ

- 植物プランクトンは経年的な傾向の中で推移しており, 津波の影響は限定的と推測される
- 水中の重金属はZnが当初, 基準値を超えたが, 2011年から下回った
- その他の項目は環境基準値を下回っていた
- 気仙沼湾における底泥中の油について, n-ヘキサンだけでは評価できず, 鉍物油の直接分析が必要
- 底泥の鉍物油濃度は深さ5~10cmで高い傾向がある。表面には一次生産による新生堆積物が形成されつつある。
- 今後の状態をモニタリングし, 生態系への影響を評価する必要がある。
- 魚は順調に増えている。カキ・ホタテの成長は例年の数倍のスピードである

