

# 中深層性魚類マイクロネクトンによる マイクロプラスチック摂取と音響手法 による定量モニタリング

2021年3月3日

安間 洋樹（北海道大学） ・ 石野 光弘（水産研究・教育機構）

## 講演内容

- 中深層性魚類マイクロネクトンと音響手法による定量化
- 中深層性魚類マイクロネクトンによるマイクロプラスチック撮取と定量推定  
—北海道沖太平洋を例に—

# 中深層性魚類マイクロネクトン

- 外洋の中深層（深度200～1000m）に生息する  
小型魚類群
- 膨大な生物量を有し、音響散乱層を形成
- 一晩で数百メートルの日周鉛直移動を行う
- 音響計測が有効な定量化手法として期待されている

# 中深層性魚類マイクロネクトン

## 代表的なグループ



5cm

# 中深層性魚類マイクロネクトン

## 最優占グループはハダカイワシ科魚類

(中深層性魚類バイオマスの80%以上)



10cm

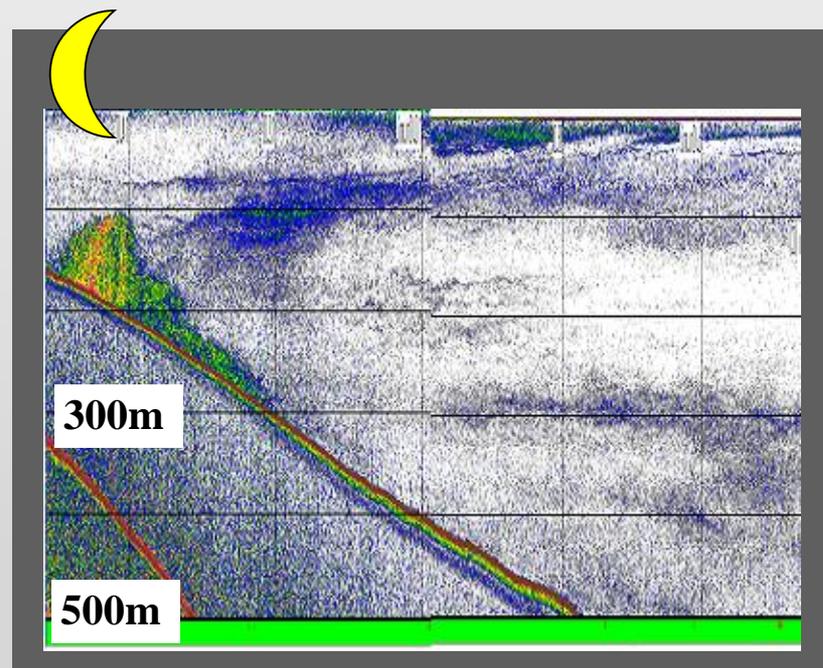
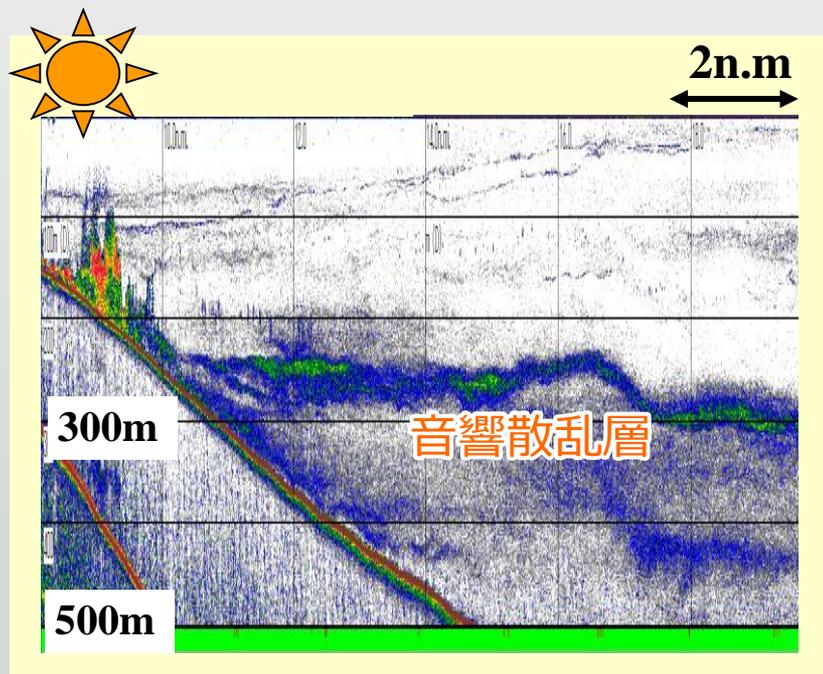
# 中深層性魚類マイクロネクトン

世界の外洋で膨大な生物量を有し、音響散乱層を形成

生物量は、表層の数十～数百倍

一晩で数百メートルの日周鉛直移動を行う

夜間、表層でプランクトンを捕食 → 日中、中深層で大型魚類に食われる



計量魚群探知機による昼夜のエコーグラム（北海道沖太平洋）

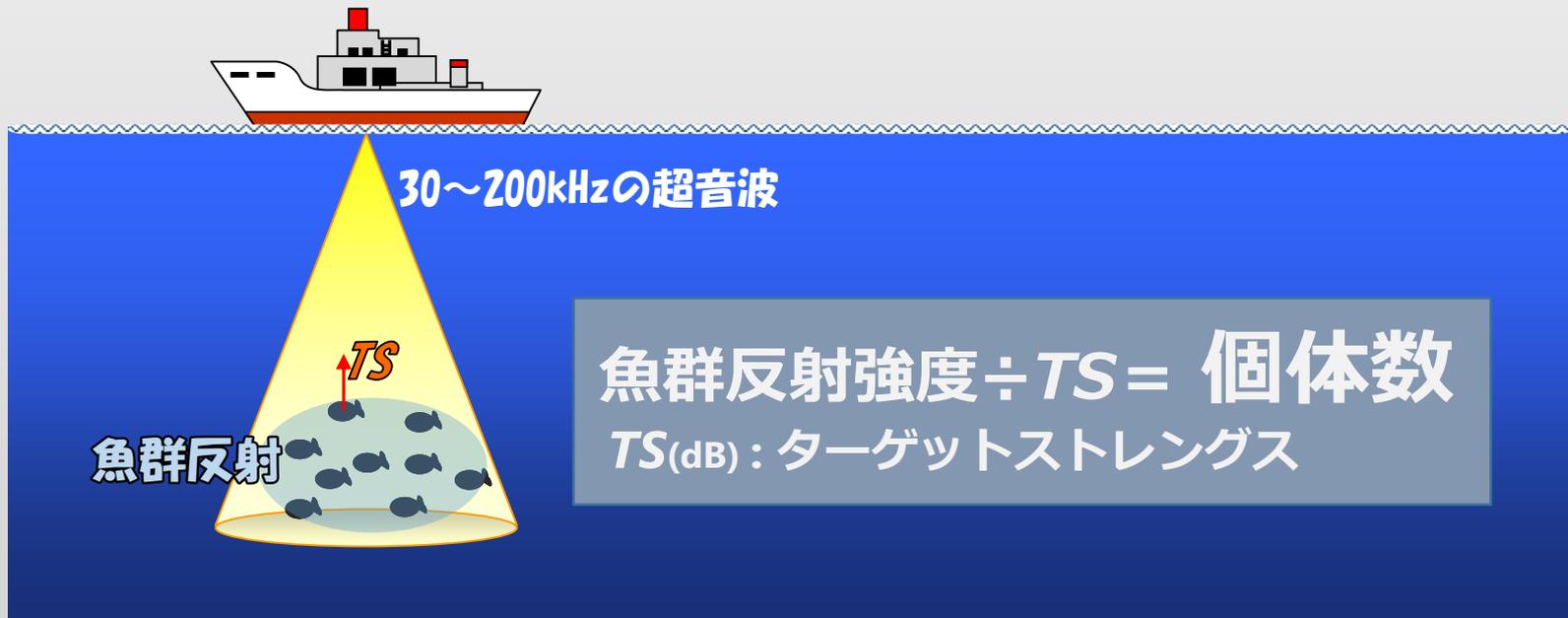
表層と中深層の物質輸送を促進する生物ポンプとして機能

# 音響手法による魚類マイクロネクトンの定量推定

## 音響計測

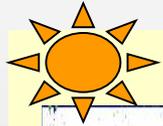
計量魚群探知機で海中に超音波を発し、魚群の反射強度を計測

→ 魚群反射強度を一個体辺りの反射強度 (TS) で除して**個体数を算出**

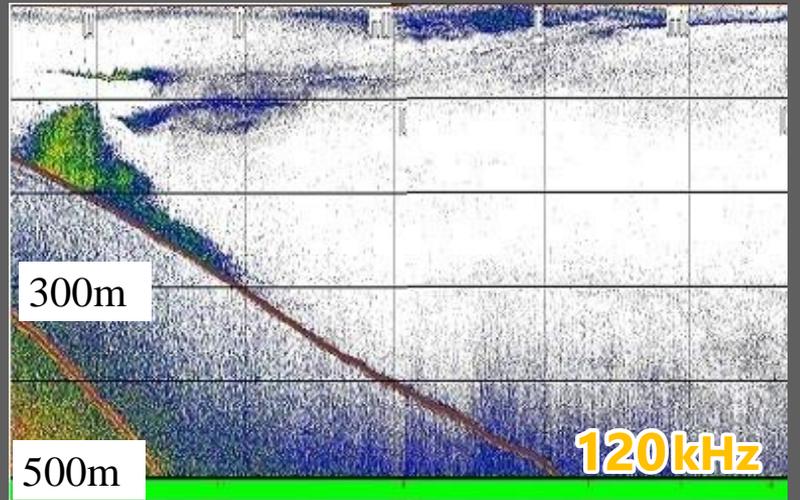
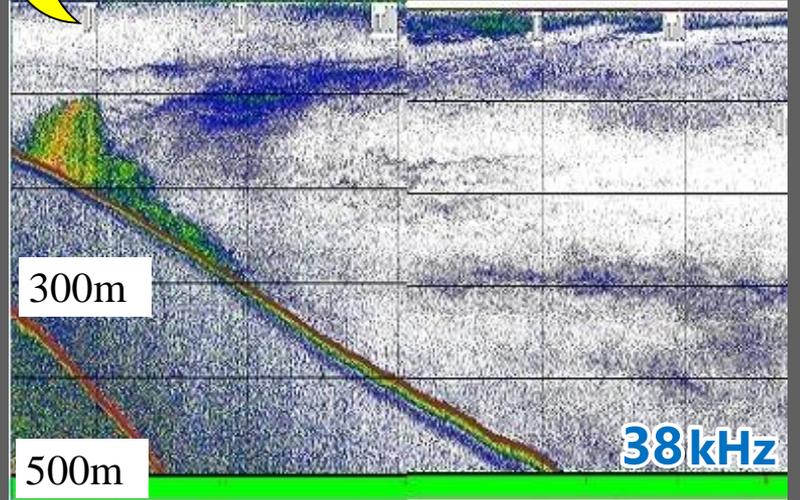
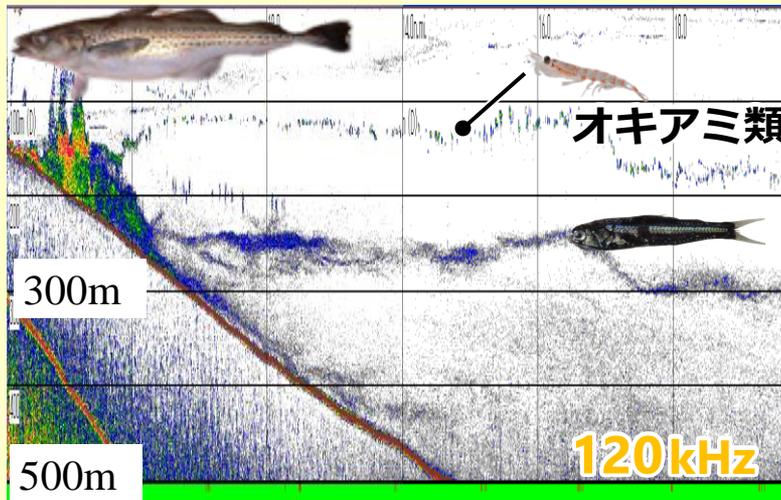
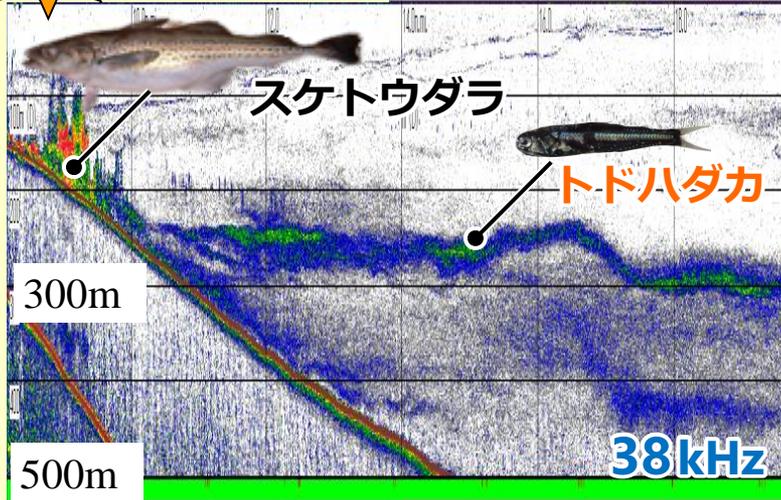


生物のTSは、体形状(や鰭形状)によって異なる周波数特性を示す  
→ **複数周波数による生物種判別**への応用

# エコーグラムに現れる周波数 (38kHz & 120kHz) の違い

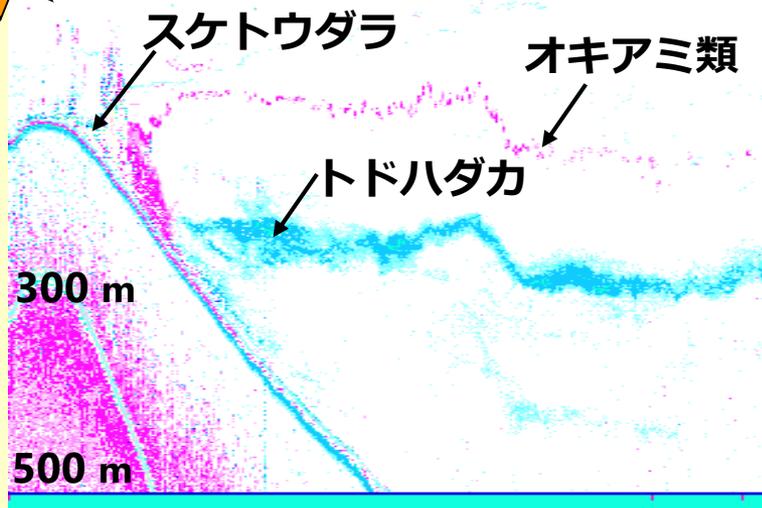
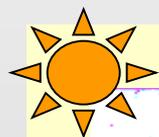


2n.m  
↔

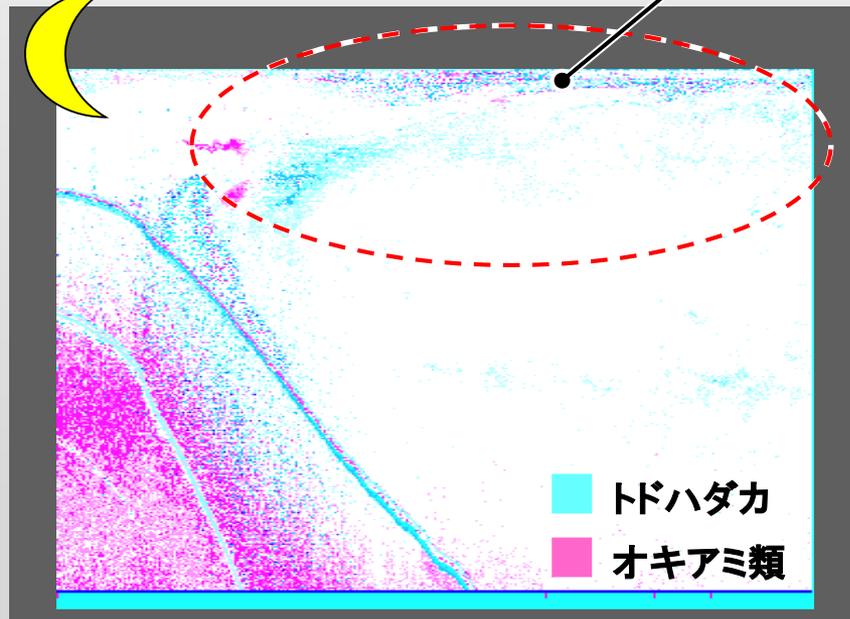


# 音響手法による魚類マイクロネクトンの定量推定

## 判別処理後のエコーグラム



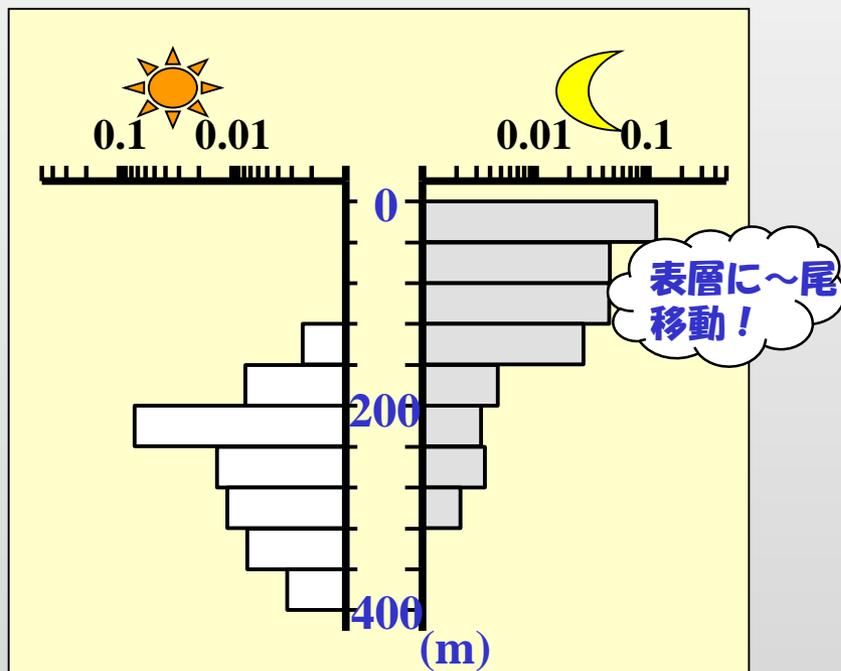
ハダカイワシ類とオキアミ類は夜間表層に  
(スケトウダラは海底に留まる)



**ハダカイワシ類は、一晩で往復600 mの鉛直移動を行っていた！**

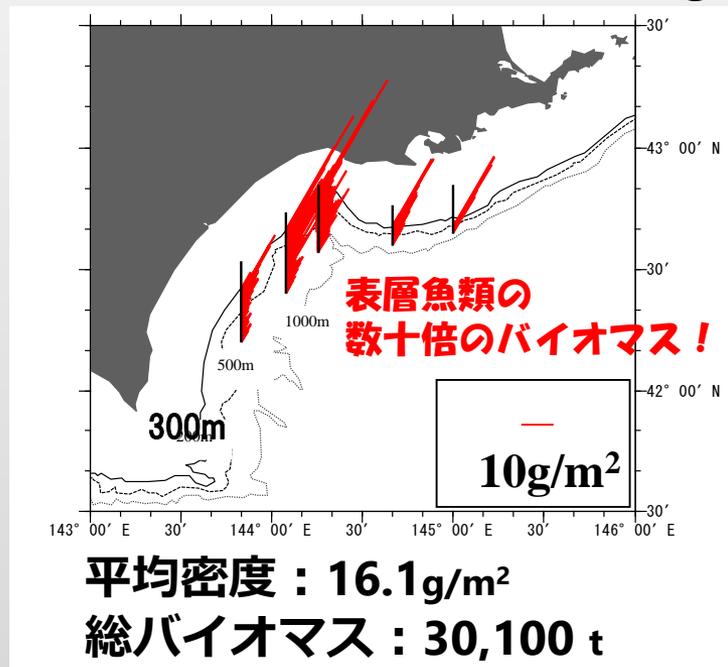
# 音響手法による魚類マイクロネクトンの定量推定

## ハダカイワシ類の昼夜の鉛直分布密度 (尾/m<sup>3</sup>)



鉛直分布を定量的に観察できる

## 調査ライン上の密度分布(g/m<sup>2</sup>)



分布状況の定量的可視化ができる  
調査海域のバイオマス推定ができる

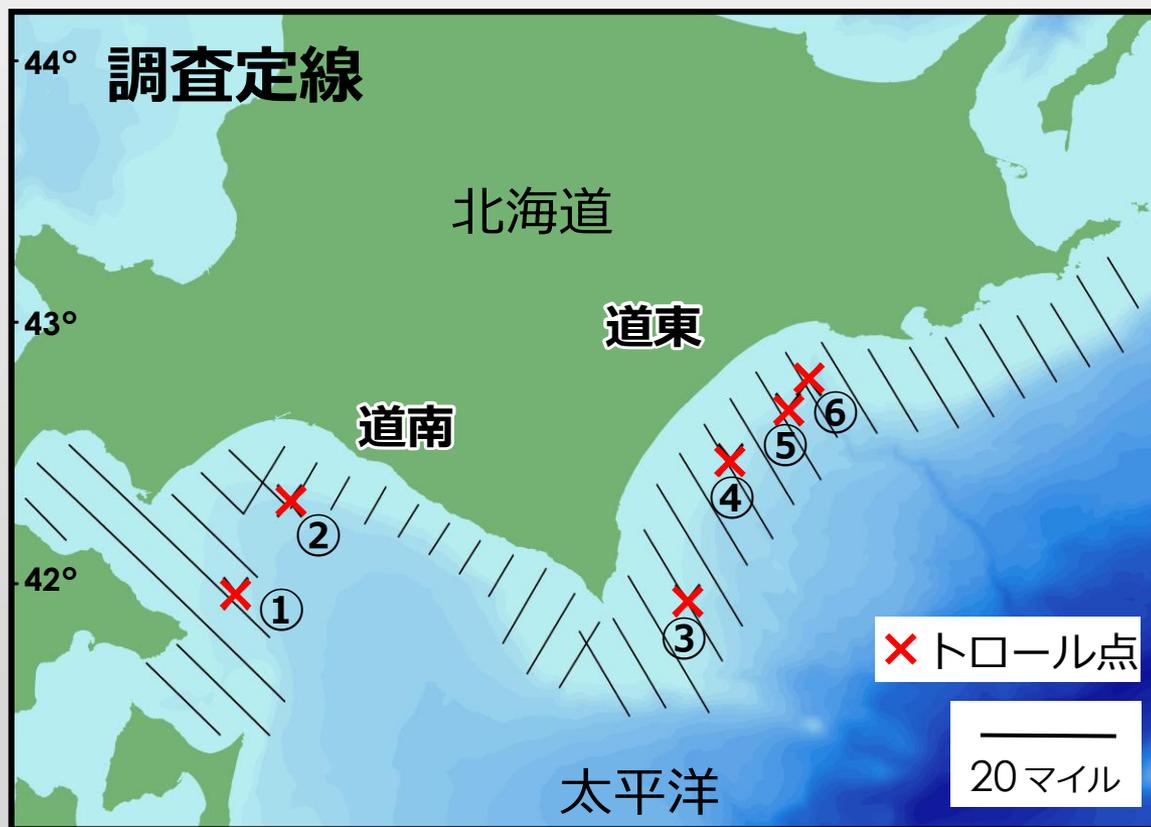
音響計測を中深層性生物によるマイクロプラスチック摂取と深層への輸送の定量モニタリングに応用できないか？

**中深層性魚類マイクロネクトンによる  
マイクロプラスチック摂取と定量推定  
— 北海道沖太平洋を例に —**

# 音響航走と魚類採集

平成30年度 スケトウダラ音響トロール調査 (by 水産研究・教育機構)

調査期間：6/11～7/10 (毎年実施)



調査海域の最大水深：600m



© Kaiyo Engineering

## ● 昼夜別音響航走

調査定線：5マイル間隔 37本

計量魚群探知機：4周波

(38, 70, 120, 200 kHz)

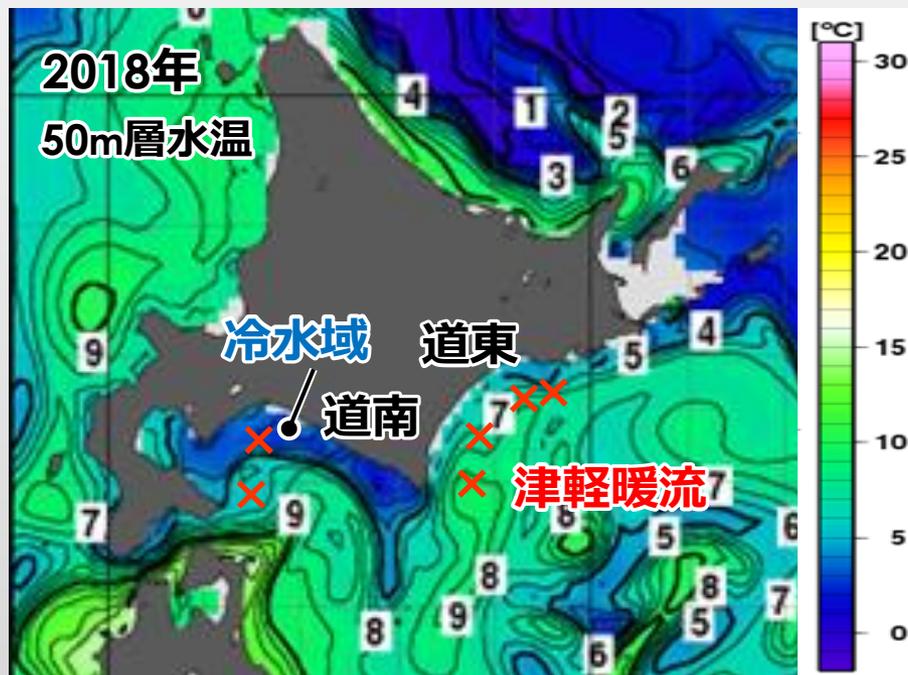
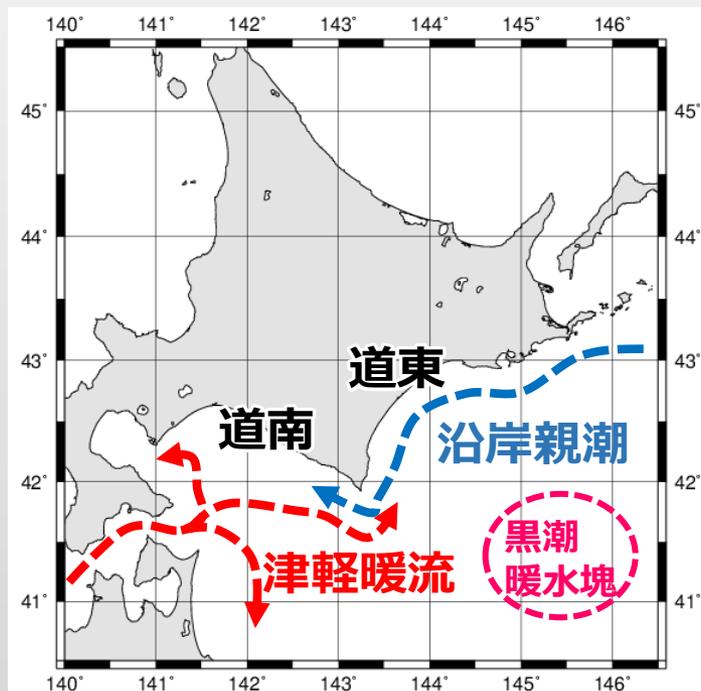
## ● 魚類採集

中層トロール曳網52回 (日中)

(中深層対象は 6回)



# 北海道沖太平洋の主要な海流構造



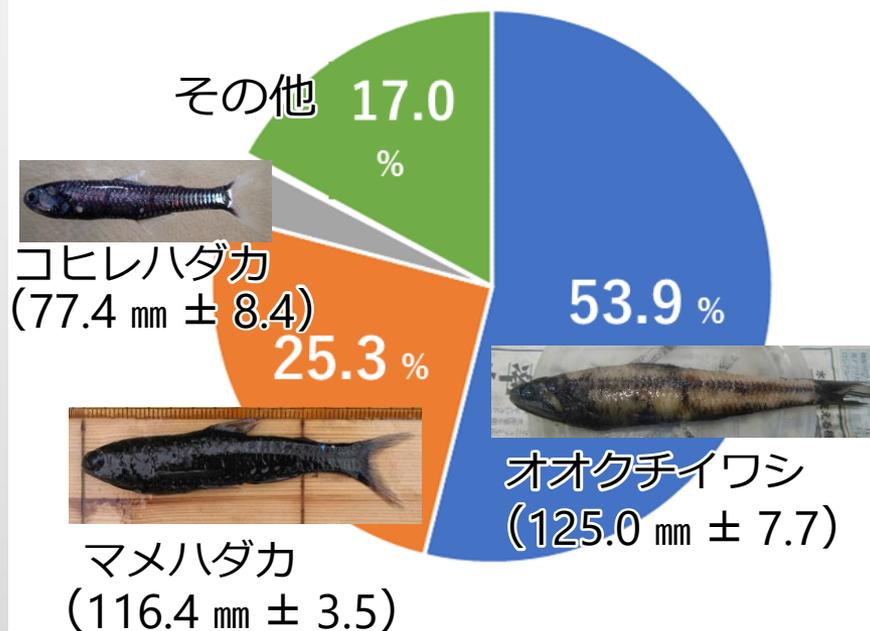
(気象庁Webページより)

津軽暖流と沿岸親潮の拮抗で  
環境が大きく変化

2018年6月は、津軽暖流が優占的で、  
道南海域に沿岸親潮系の冷水域が残存

# 採集物の組成

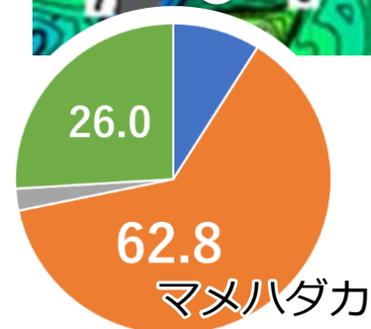
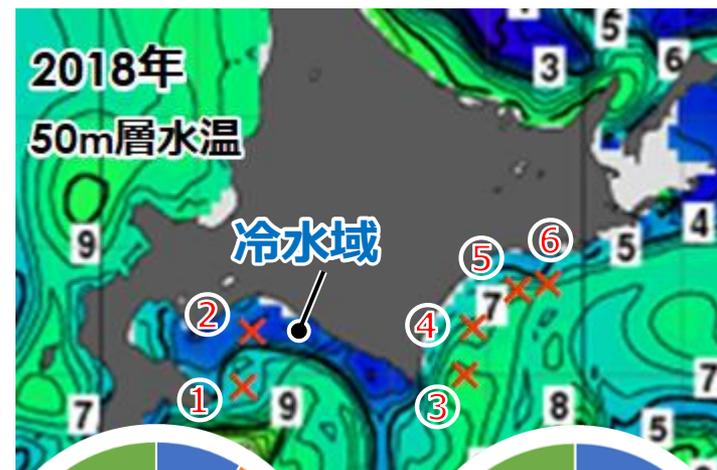
## 全域での重量組成 (計 11.6kg)



中深層性魚類の83%がハダカイワシ科

8魚種 (3魚種が優占)

## 海域別重量組成



冷水域 (②)



暖流域 (②以外)

海域により種組成に違い

暖流域でオオクチイワシ、  
冷水域でマメハダカが優占

# マイクロプラスチック観察



## ・消化管を摘出

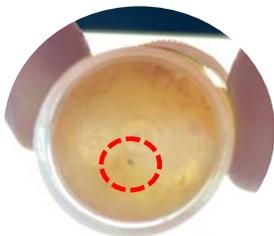
オオクチイワシ	299	個体
マメハダカ	195	個体
コヒレハダカ	88	個体
他	22	個体



- ・ KOH 10% 溶液中で  
約3週間静置



- ・ 残留物の顕微鏡検査
- ・ Rose Bengal 着色検査



- ・ 目視できる粒状物質のみ  
を観察対象とした  
(繊維状物質は除外)

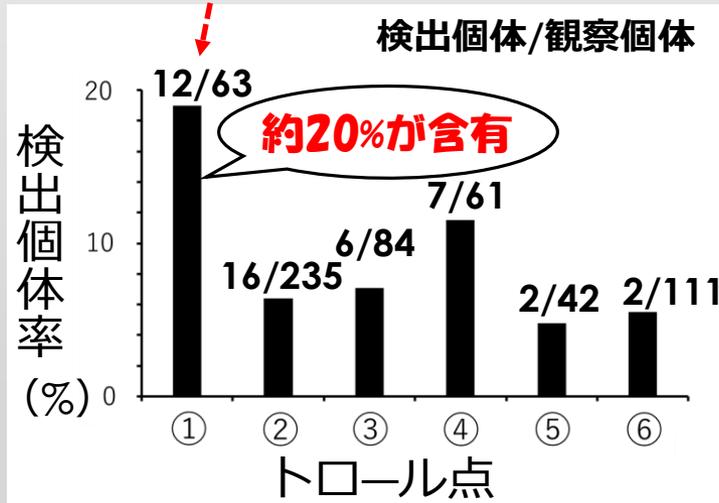


長径0.4－1.5mmの粒状物質  
が多数確認された  
(1個体で最大3個)

# プラスチック状物質の検出結果

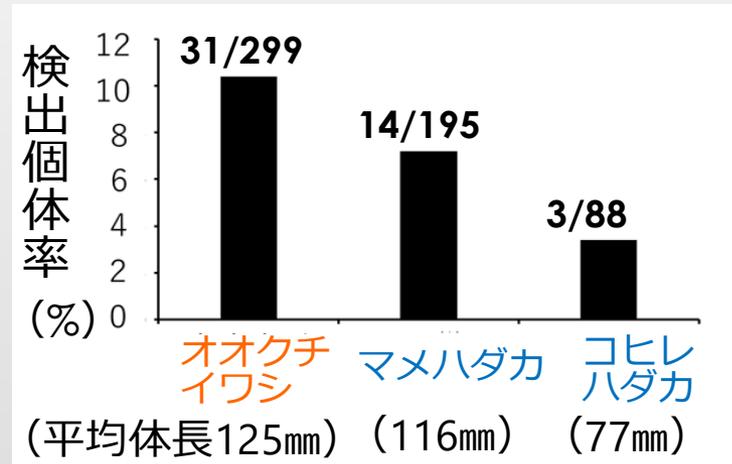
全594個体の観察個体中、**48個体 (全体の8%)** から計**81個**のプラスチック状物質

## 海域により異なる検出率

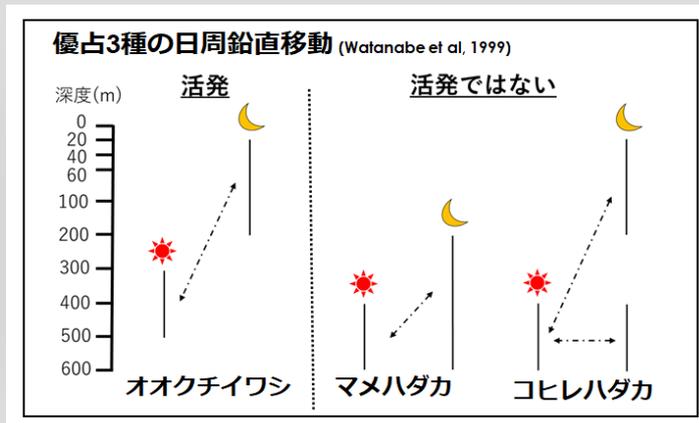


津軽暖流の影響の強さが関係？

## 魚種により異なる検出率



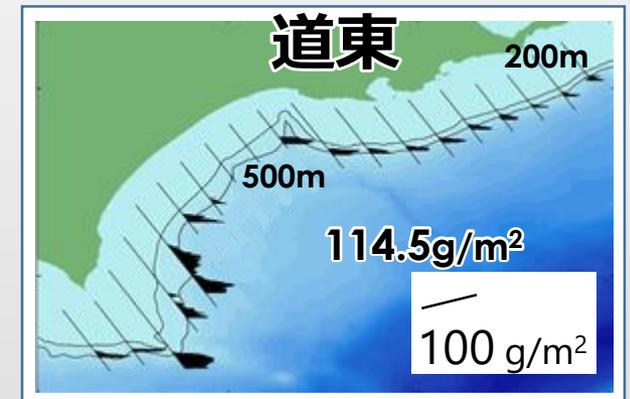
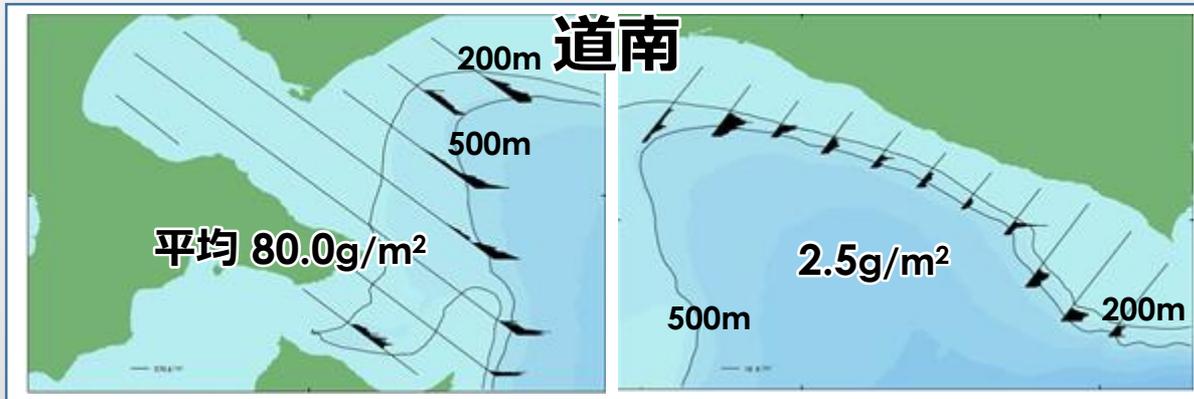
生息環境による違い？ 体サイズによる違い？



日周鉛直移動様式が関係？

# 優占種の水平分布と生物量

## 魚群の水平密度分布 $\text{g}/\text{m}^2$ (0.1マイル間隔)

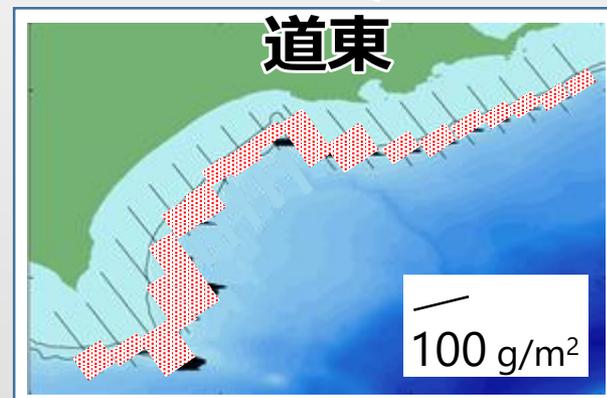
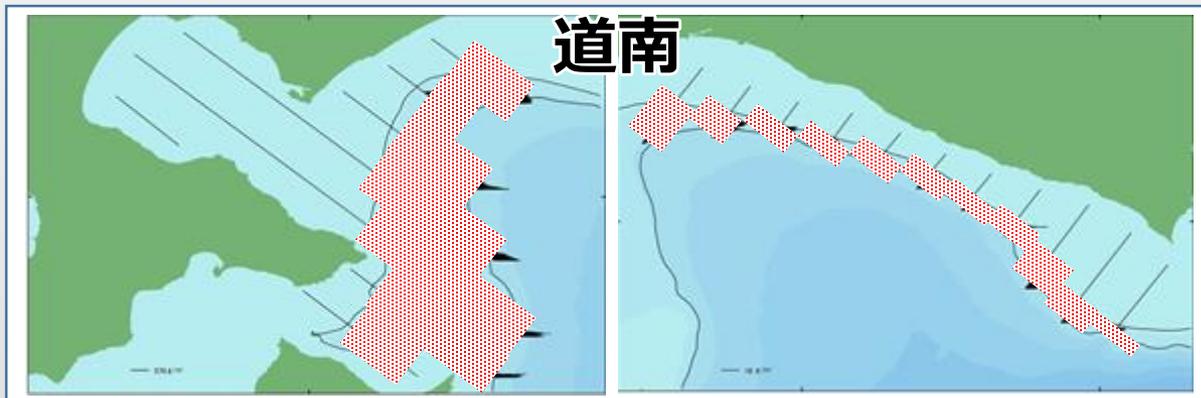


- ・ 中深層性魚類マイクロネクトンの分布密度は最大約  $200 \text{ g}/\text{m}^2$  ( $8 \text{ 尾}/\text{m}^2$ ) に達していた

# 優占種の水平分布と生物量

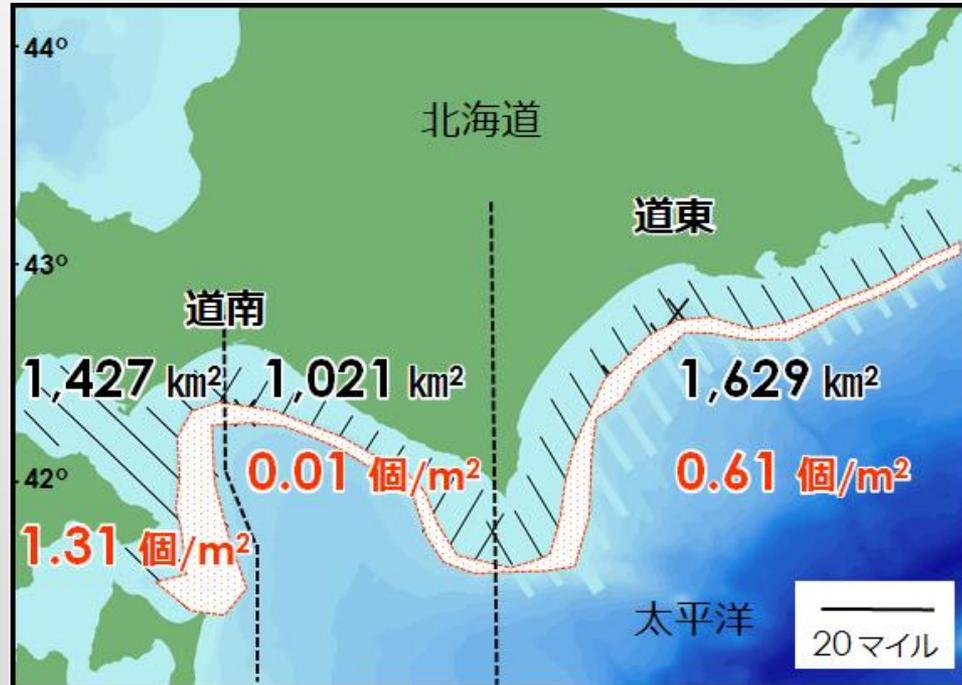
## 魚群の水平密度分布 $\text{g/m}^2$ (0.1マイル間隔)

推定に利用した生息域 **4,078  $\text{km}^2$**



- ・ 中深層性魚類マイクロネクトンの分布密度は最大**約200  $\text{g/m}^2$  (8尾/ $\text{m}^2$ )**に達していた
- ・ 調査海域における推定生物量は、最大**約30.3万トン (CV, 0.35)**

# 中深層性魚類による推定プラスチック摂取量



- 調査海域4,078km<sup>2</sup>における最大推定値は約**28億個**

北海道沖太平洋の陸棚斜面域（水深200-600m）において  
約30万tの中深層性魚類マイクロネクトンにより、最大約**28億個**  
のマイクロプラスチックが摂取されていた可能性

※最大推定値であることに注意（推定値の変動係数が数十%に及ぶこともある）

# 終わりに

- **中深層性魚類マイクロネクトンの音響定量観察を紹介し、マイクロプラスチック摂取の定量観察への応用を提案した。**

⇒ 海洋環境、種組成の変動は大きく、長期間のモニタリングも重要

- **音響計測は動物プランクトンから大型の底魚類まで、広く適用されている**

⇒ プラスチック摂取の定量推定にも広く応用できないか？

- **我が国周辺では、(音響計測を含む)多くの水産資源調査が行われている**

⇒ 定期的で、大規模かつ系統的な調査デザインにより得られるデータを海洋生物によるプラスチック摂取のモニタリングにも活用できないか？