

海産魚の生態と放射性物質の取り込み

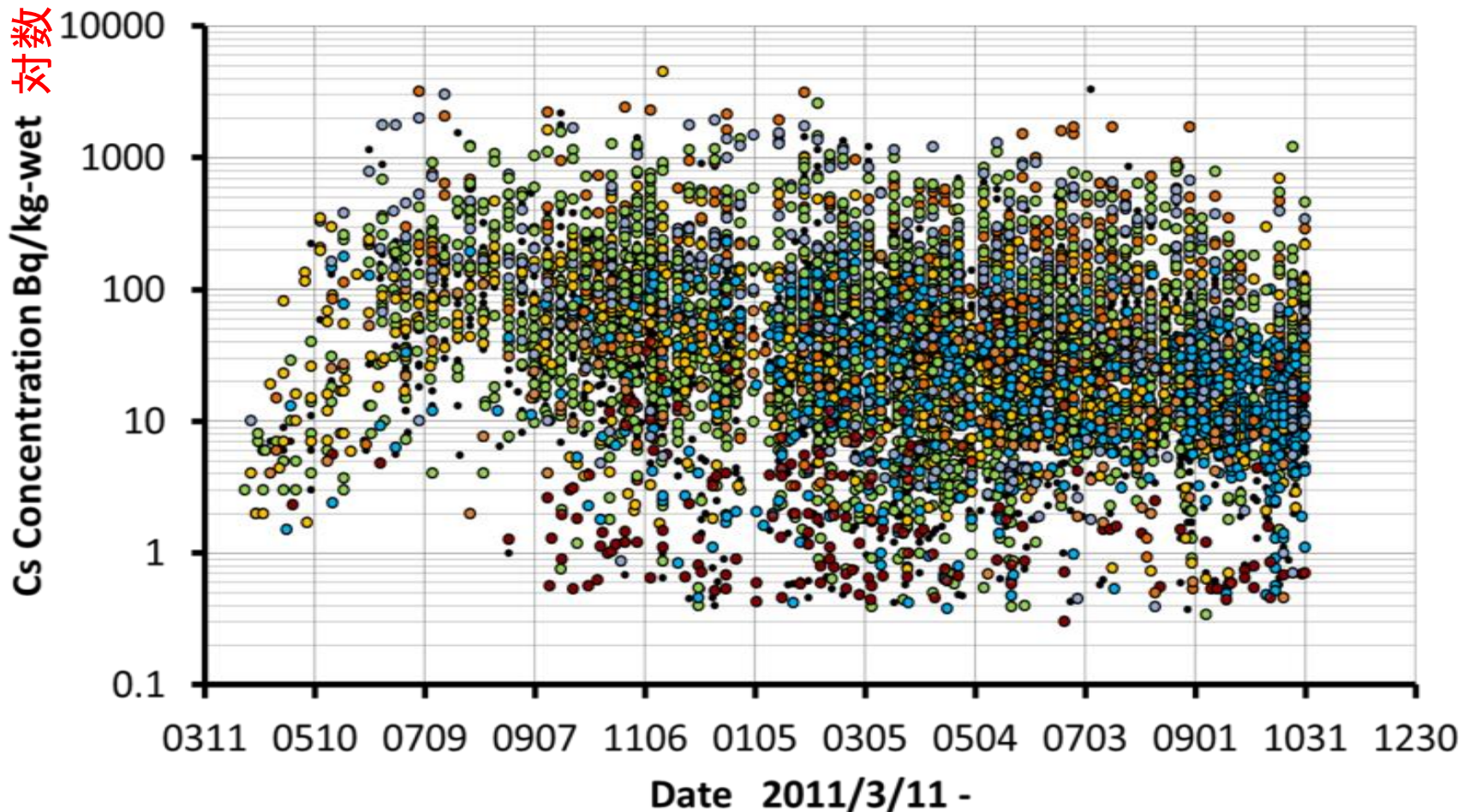
ヒラメとマダラ

東北区水産研究所

栗田 豊

海産魚の放射性セシウム濃度の変化

- その他
- カレイ
- ヒラメ
- マダラ
- スケトウダラ
- メバル
- アナゴ
- アイナメ
- コモンカスベ

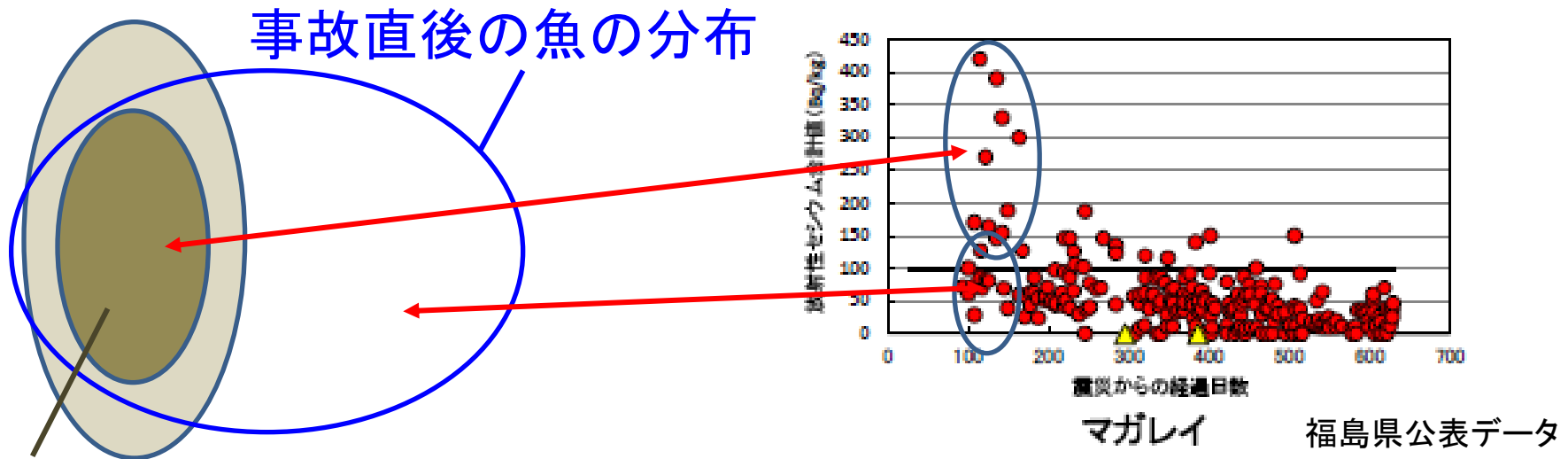


原発事故後上昇したが、その後は減少傾向

魚全般の汚染過程に関する推測

事故直後の大量の取り込み

海水・餌から: 事故後1~2ヶ月 場所によって汚染の程度は異なる
この期間の汚染の程度の違いが、その後の個体差に反映したと考えられる



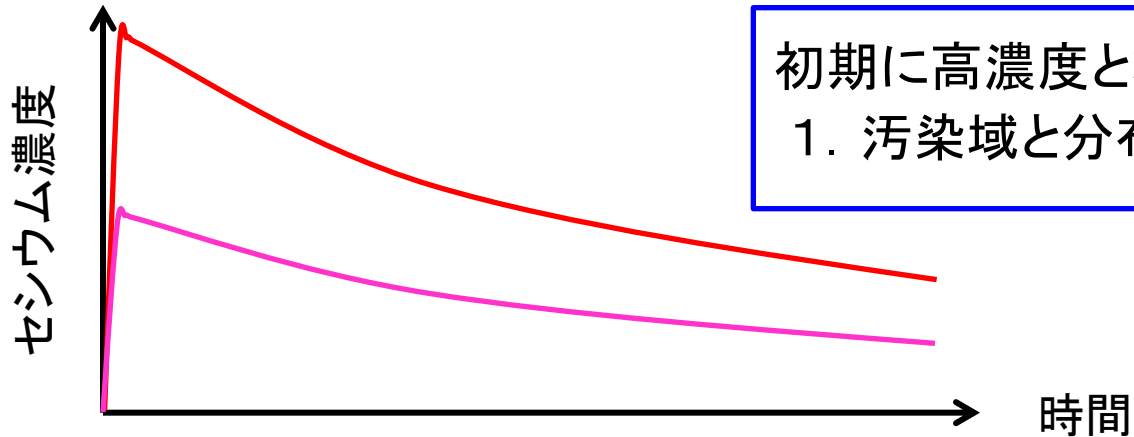
事故後1~2ヶ月間に、汚染が甚だしかった海域

それ以降は主に餌から取り込み

餌の濃度の減少と並行して、徐々に減少

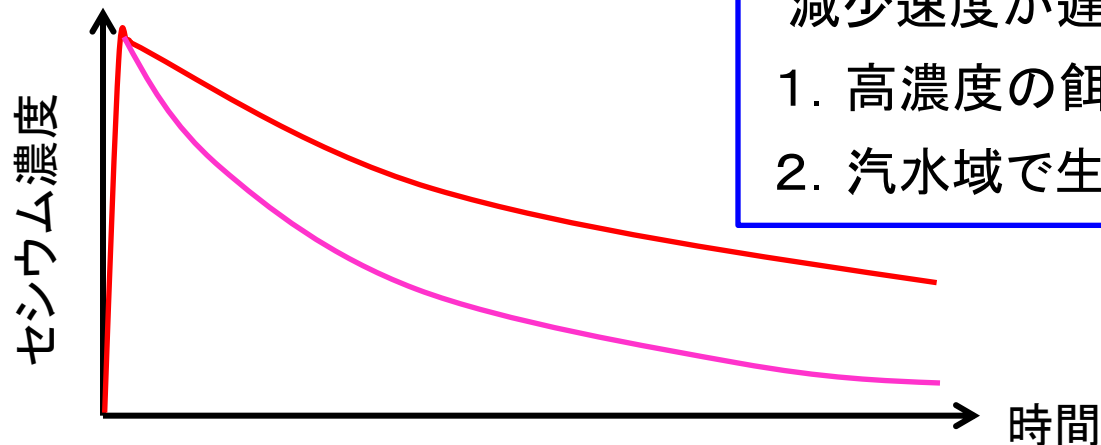
魚全般の濃度減少過程に関する推測

初期に高濃度となった個体が、その後も相対的に高濃度



初期に高濃度となった理由
1. 汚染域と分布が重なった

減少速度が遅い個体が、その後、相対的に高濃度

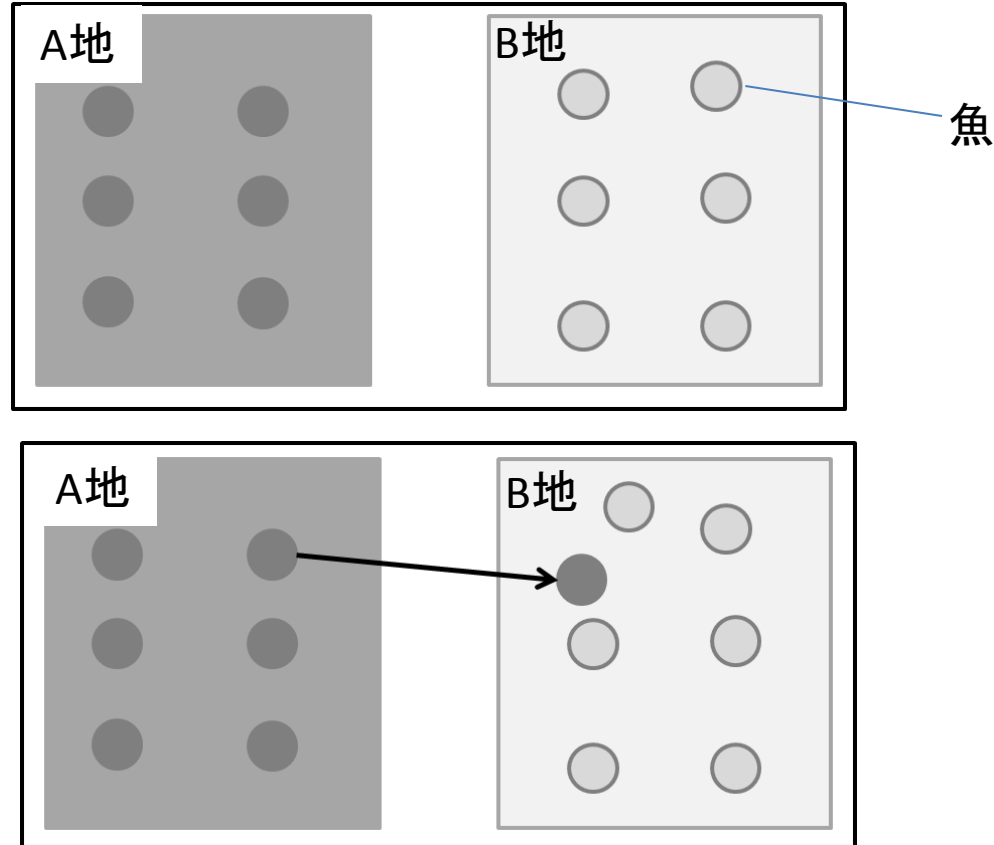


減少速度が遅い理由
1. 高濃度の餌を摂る
2. 汽水域で生活する

移動による外れ値出現の概念図

環境中のセシウム濃度と魚体内濃度は一定の関係

A地の環境中セシウム濃度 > B地の環境中のセシウム濃度



A地からB地に移動した個体は、B地の他の個体よりも体内濃度が高い

海産魚のCs濃度出現状況の特徴

特徴的な3つのグループが存在

遠隔地に高濃度出現

移動性が高い魚種: マダラ、ヒラメ (注: それぞれ系群の範囲内の移動が可能である。マダラは青森～茨城, ヒラメは仙台湾～茨城が主な移動範囲と考えられる。また, すべての個体が長距離を移動するわけではなく, 移動距離が短い個体が多いと考えられる。一般的な“回遊”とは異なる。)

Cs濃度の下がり方が遅い魚種

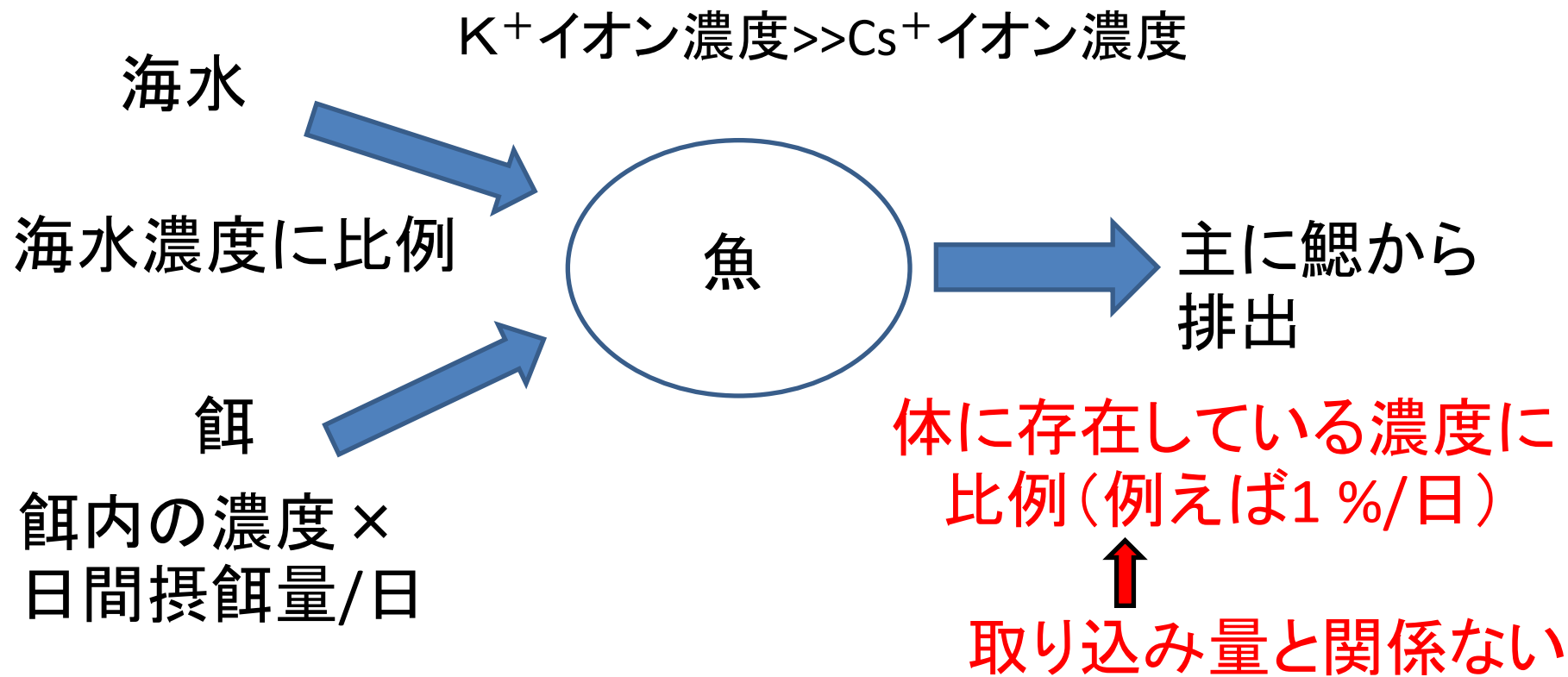
汽水域を利用: スズキ、クロダイ

非常に高い濃度の個体が出現することがある

沿岸の定着性魚類: アイナメ、メバル

海産魚類による放射性物質の取り込み・排出機構

体内の放射性物質濃度は、取り込み量と排出量のバランスで決定する。

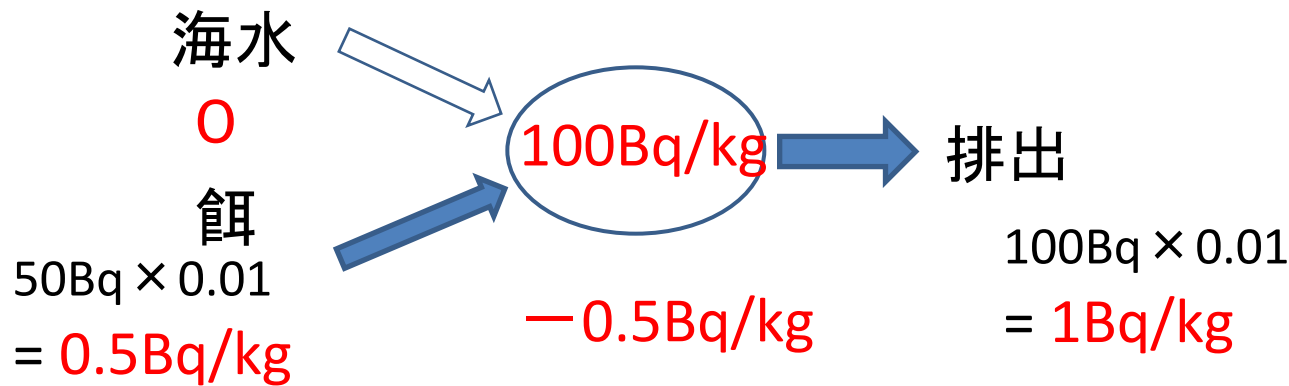


- ・排出速度は体内濃度に比例する。
- ・取り込み量 = 排出量となる体内濃度で安定する。

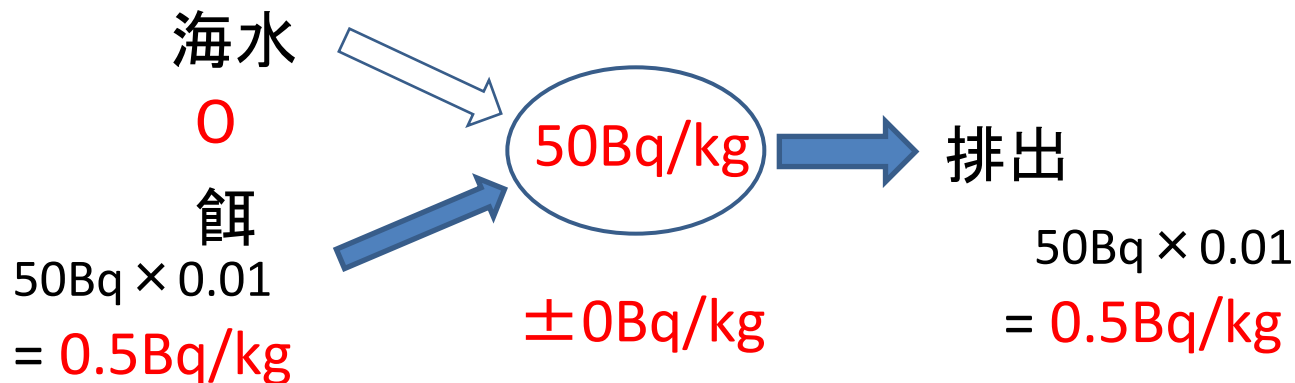
例えば・・・

50Bq/kgの餌を、魚が1日あたり体重の1%摂り、
体内濃度の1%を排出する場合、

体内濃度が100Bq/kgならば、体内濃度は1日0.5Bq/kgの速度で減少



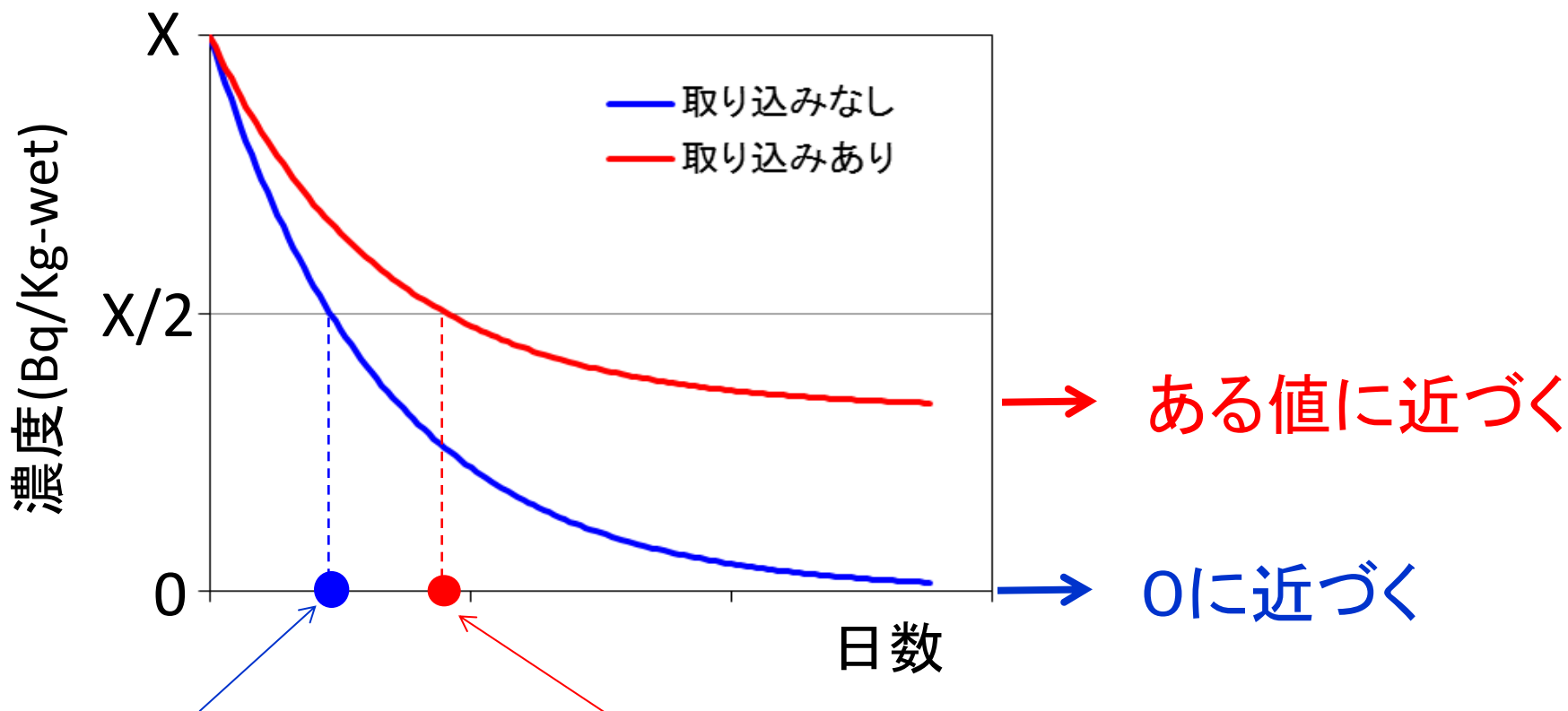
体内濃度が50Bq/kgならば、体内濃度は50Bq/kgのままで安定



現在の状況

取り込み < 排出 → 減少過程

摂餌による取り込みがあるので、観測される魚体濃度の半減期は、生物学的半減期よりも長い(減少速度が遅い)



生物学的半減期 < 観測される半減期

ある値とは……

取り込み量 = 排出量 となる値



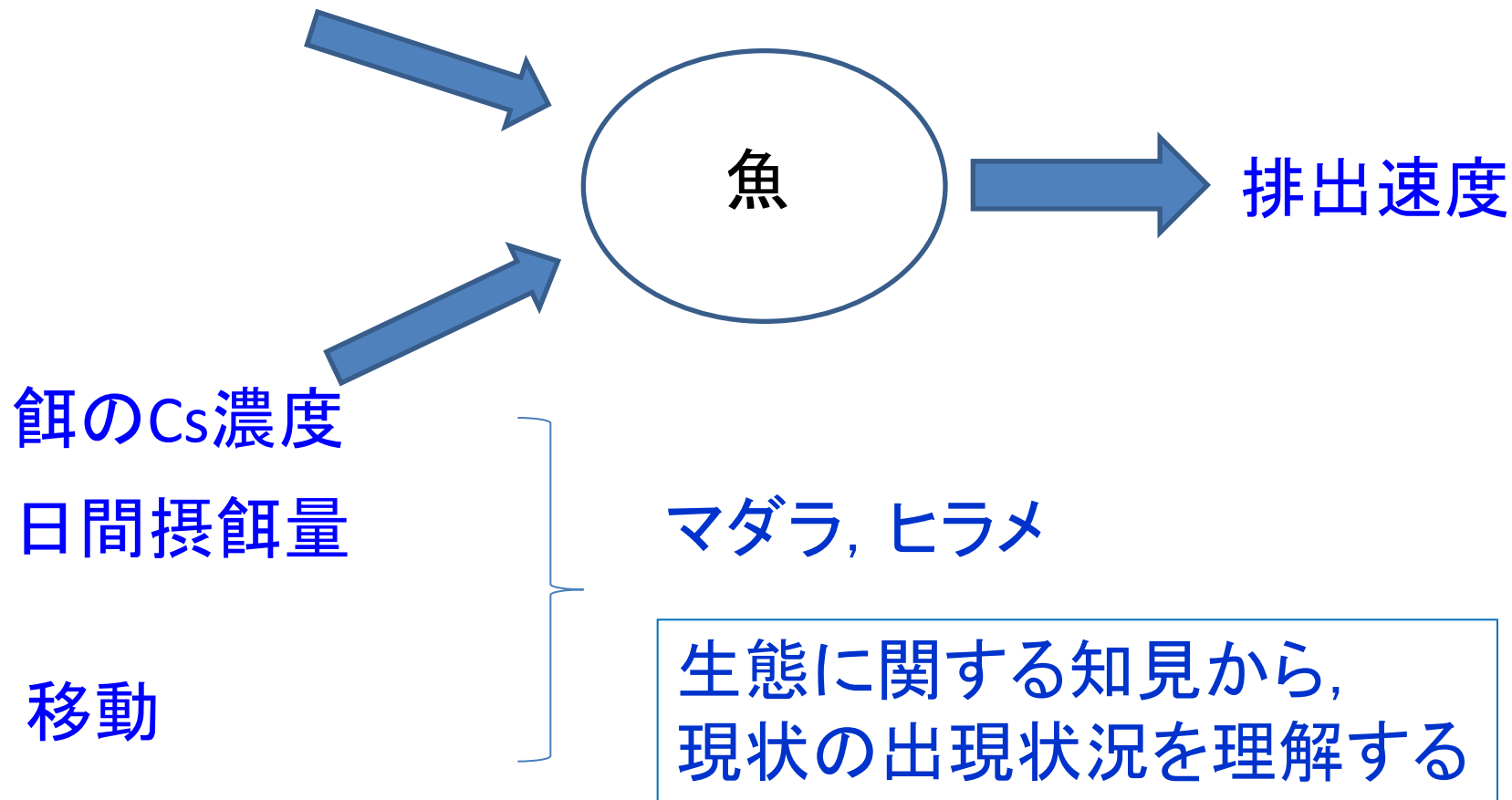
餌の濃度、摂餌量、排出速度で決定する。

餌の濃度の2倍程度 (笠松1999)

放射性物質濃度を決定する要因

海水のCs濃度と取り込み速度

最近ほとんどの海域で無視できる



マダラ



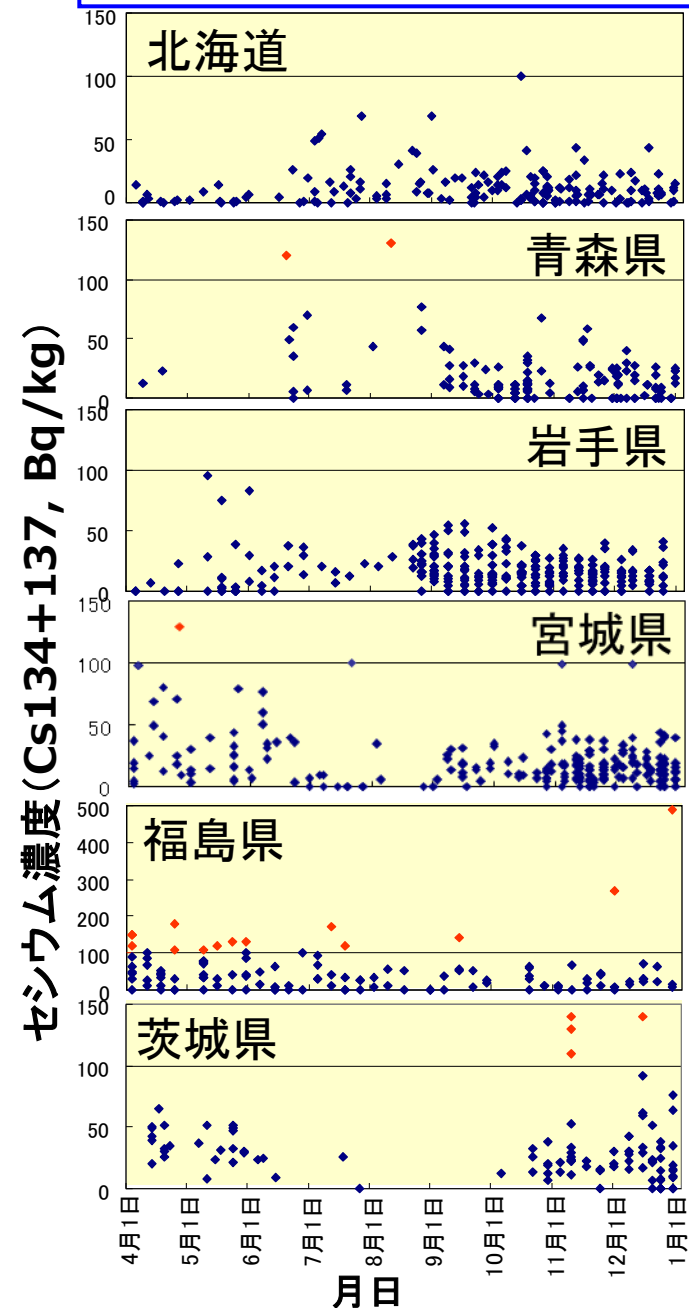
疑問1

なぜ遠隔地で高濃度魚が出現するか？

疑問2

なぜセシウム濃度は小型魚で低く、
大型魚で高いのか？

マダラ: 2012年度における県別のセシウム濃度の変化



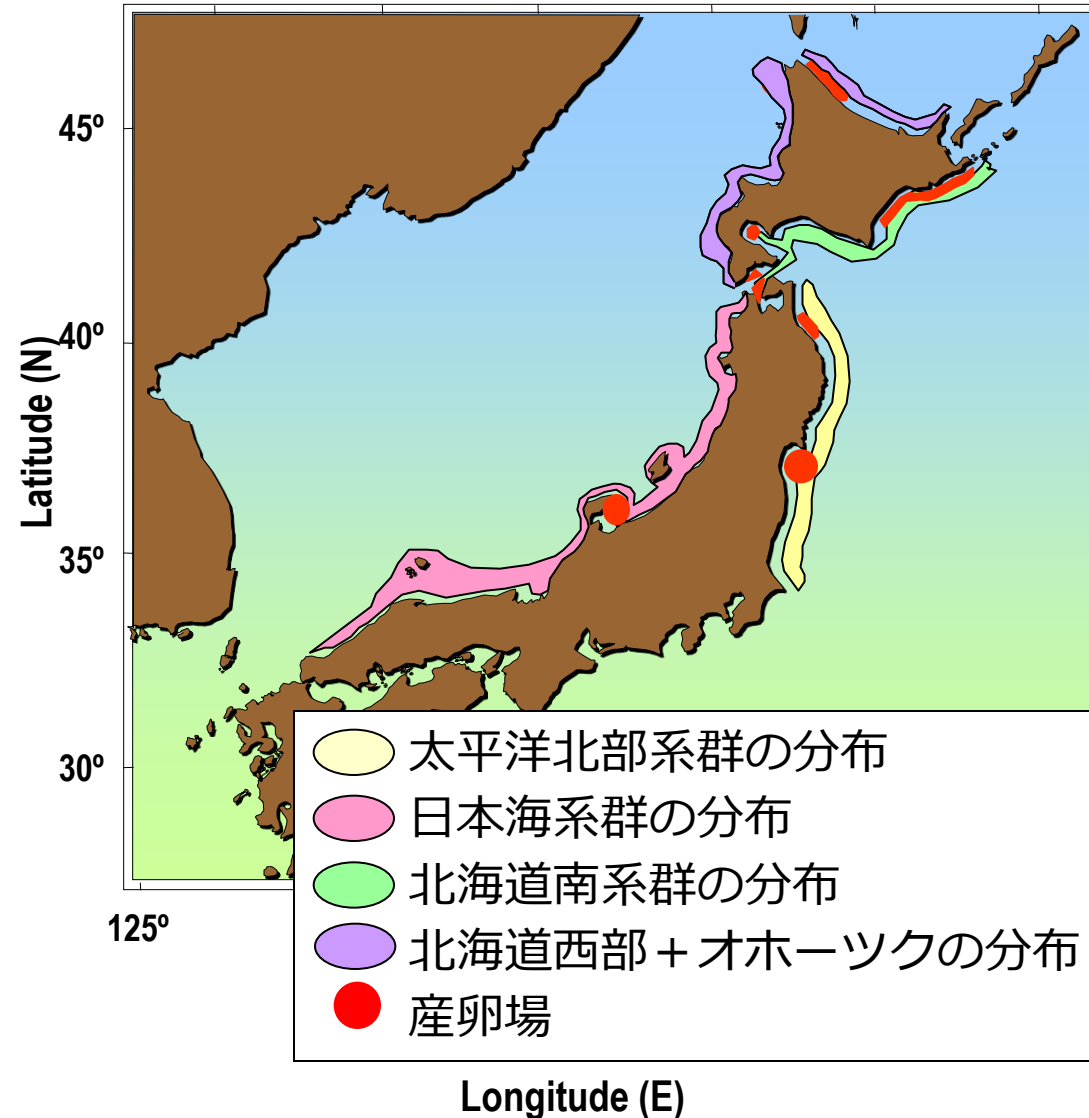
宮城県以北の県では、
平均値は低い

夏に、100Bqを超える個体が
出現した

なぜ遠隔地で高濃度魚が出現
するか？

マダラの系群構造と産卵場

系群：資源管理を行う個体群の単位

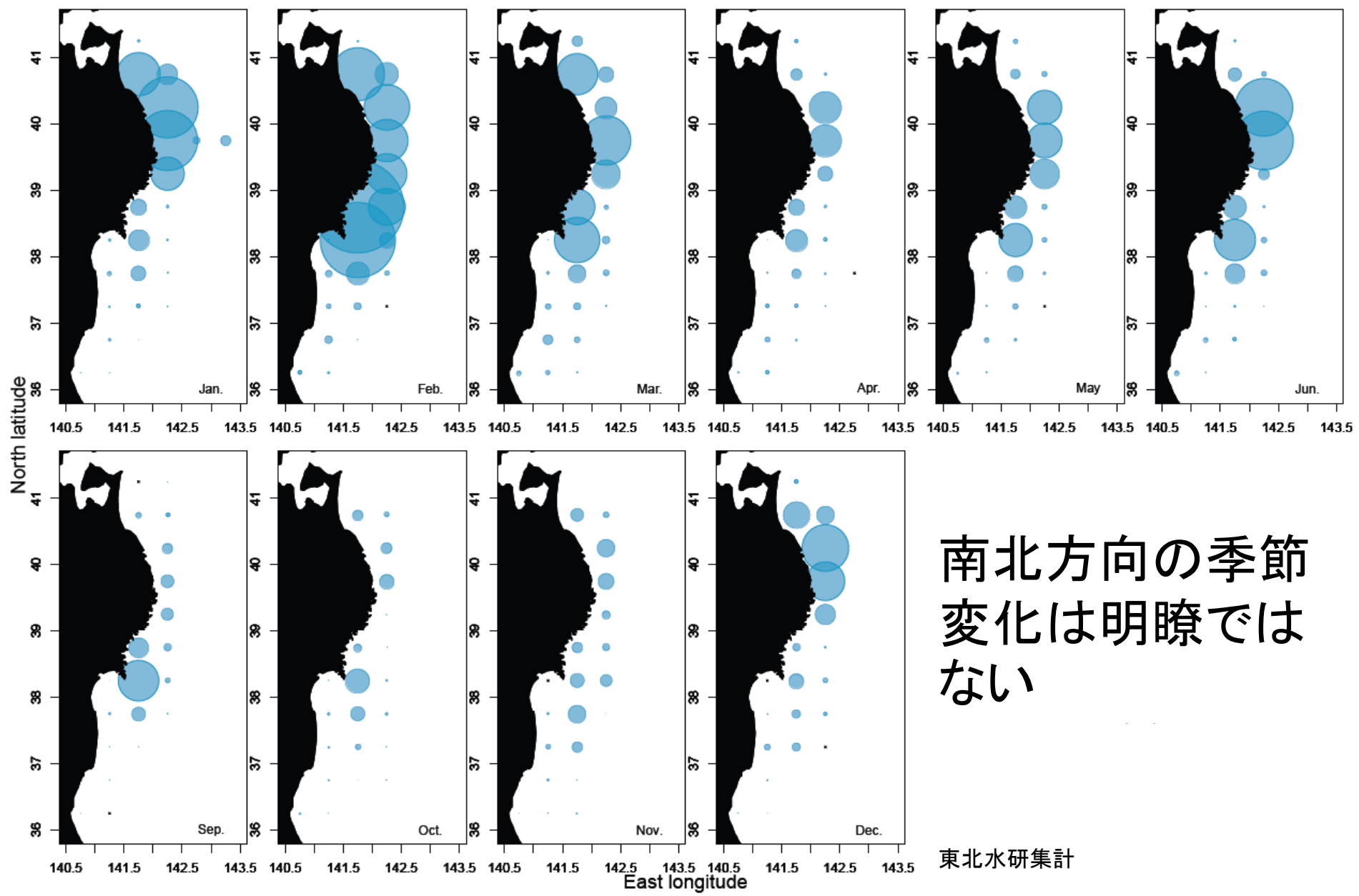


◆ 東北地方太平洋岸で独立した系群

◆ 主な産卵場は階上沖と仙台湾

マダラ、2009年の漁場と漁獲量

Catch (tons)



南北方向の季節
変化は明瞭では
ない

東北水研集計

標識放流試験の結果

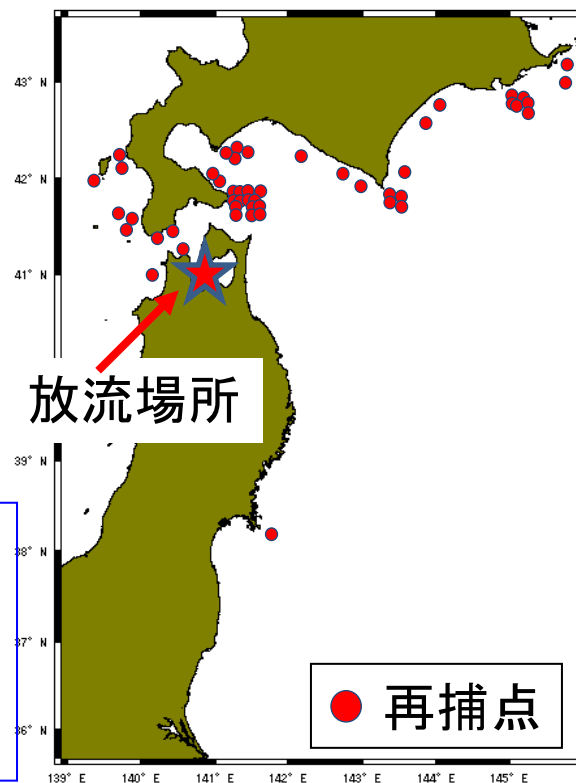
183個体(33~84cm)放流

- 2012年放流
- 2013年放流
- 2012年放流後、再捕
- 2013年放流後、再捕



系群内の移動が確認された。
→宮城県以北の高濃度個体は、南から移動した個体であろう

(注)福島県、茨城県では漁が行われていないため、再捕報告がない。



陸奥湾放流個体の再捕点

白取ら(1999)を改変

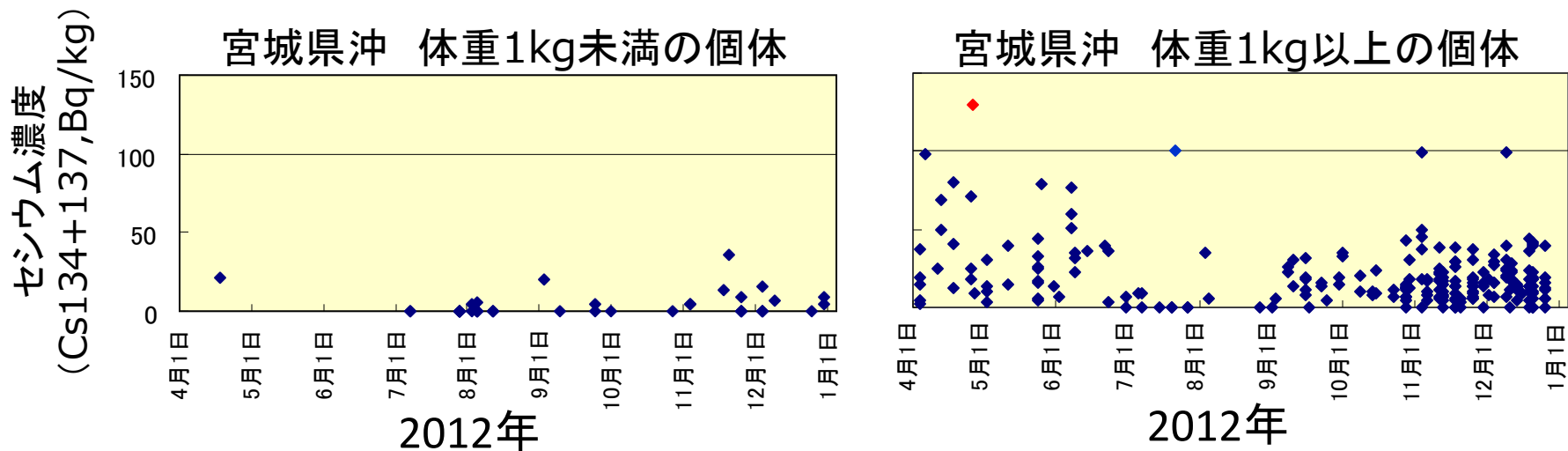
量的な把握(長距離移動する個体の割合)が必要←放流の継続、個体数の増大

注:主に青森~茨城の系群内の移動が確認されたと解釈している。北海道で漁獲された個体は例外的であろう。右の図のように、陸奥湾で放流された個体は、大半が北海道で再捕されているが、例外的に金華山沖で再捕された個体もある。放流・再捕情報を増やして、全体像(=通常移動範囲)を把握する必要がある。

北海道を含む各県は定期的なモニタリングによる監視を続けている。

個体群の移動範囲、個体の平均的な移動距離、長距離移動する個体の割合は、今後の研究課題。

宮城県における体サイズとセシウム濃度について



- 1kg未満の小型個体は最大でも36Bq/kg
- 1kg以上の大型個体は最大100Bq/kg以上

なぜセシウム濃度は小型魚で低く、
大型魚で高いのか？



分布と食性から考察

トロール調査による移動・分布パターンの把握

過去に行ったトロール調査を解析

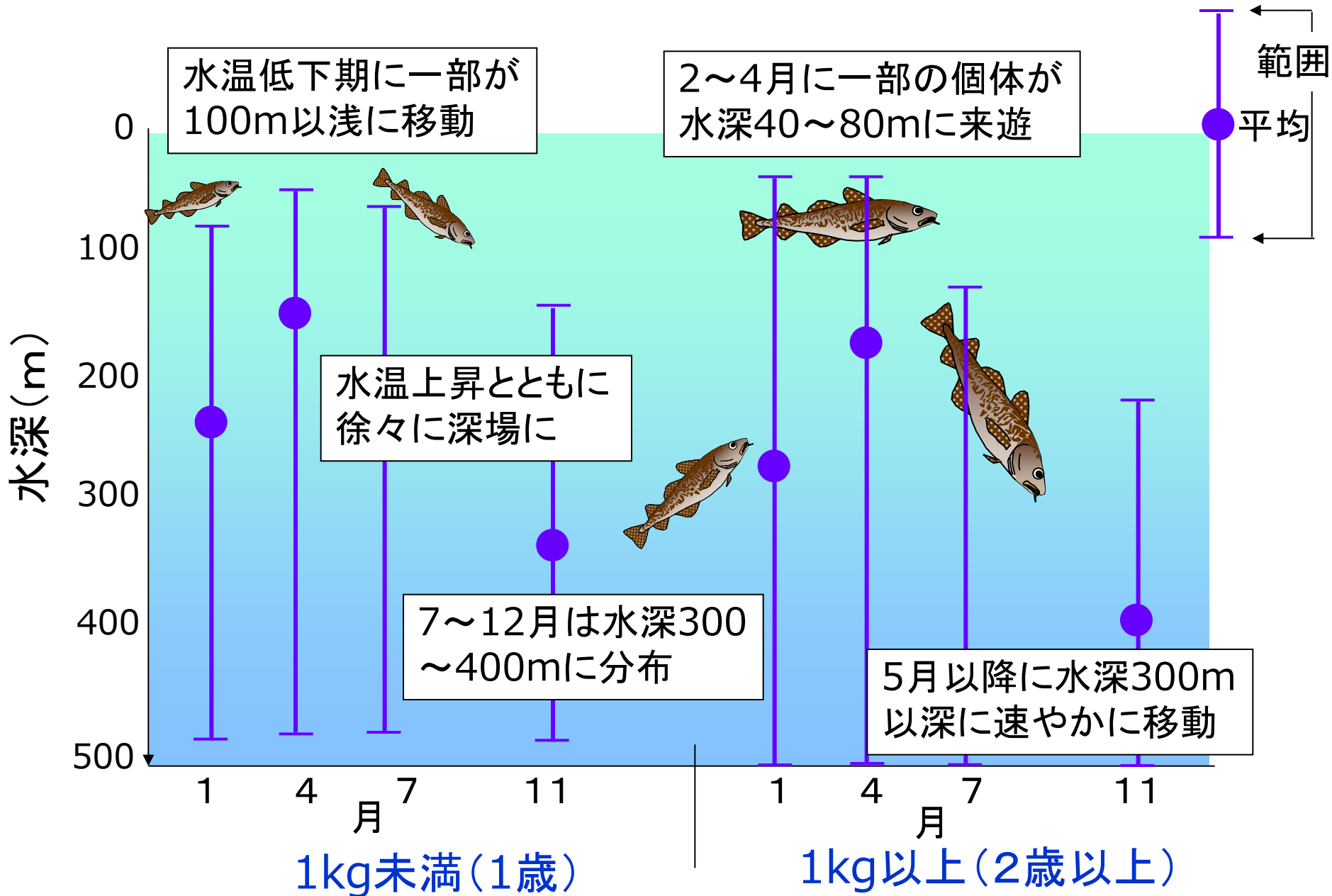
沖合域の調査: 2001~2010年 10月
2001~2010年 4月
2012年 1~2月

沿岸域の調査: 2012年 4月
(仙台湾) 2002~2012年 6月
2012年 1~2月

体重(年齢)別
1kg未満(1歳魚)、1kg以上(2歳魚以上)
分布様式、季節的浅深移動を明らかにする

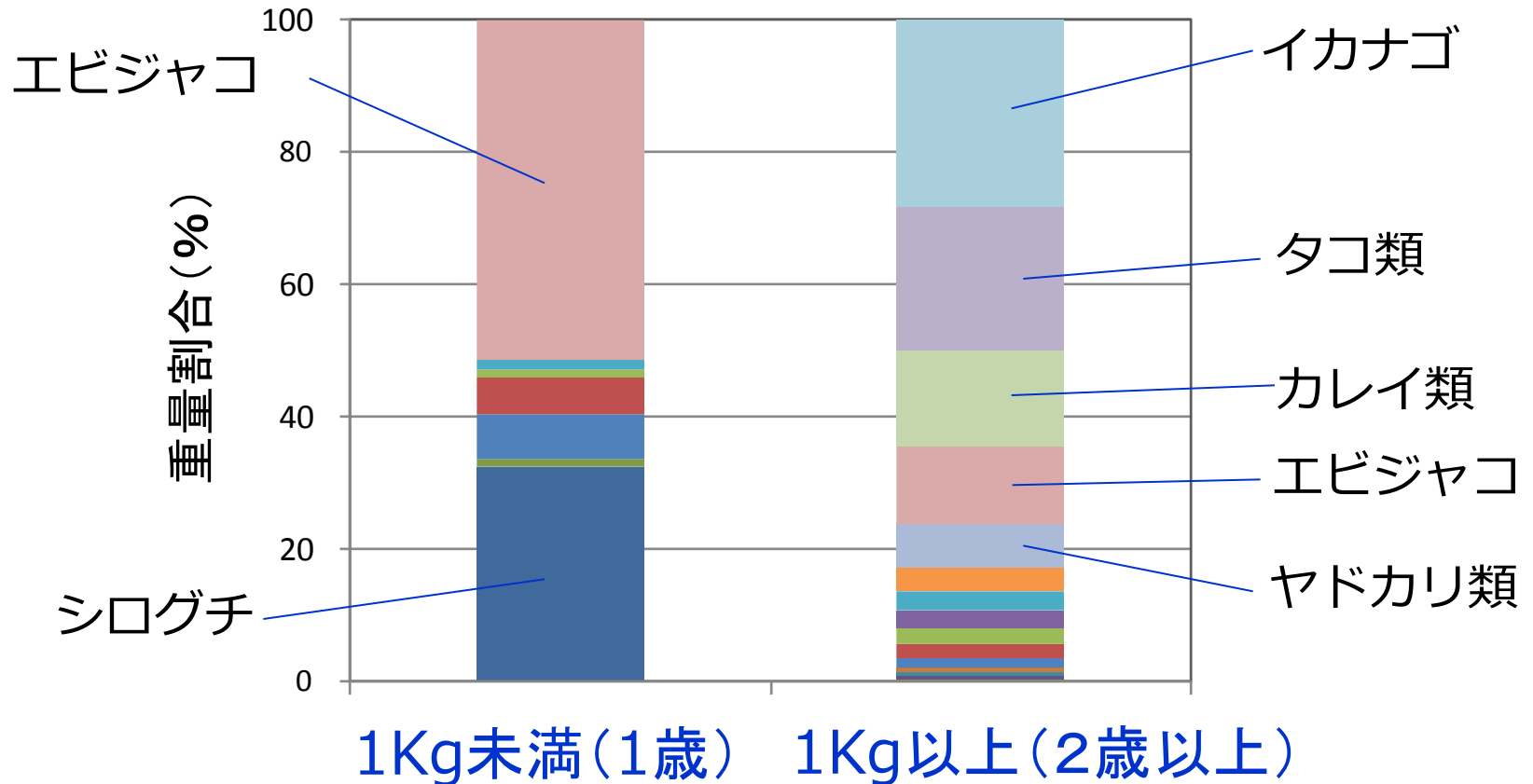


東北海域のマダラの浅深移動



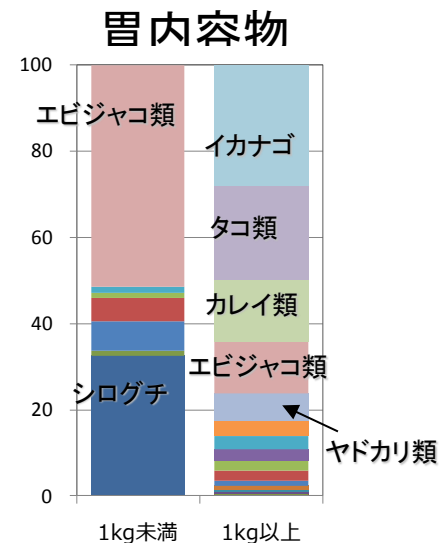
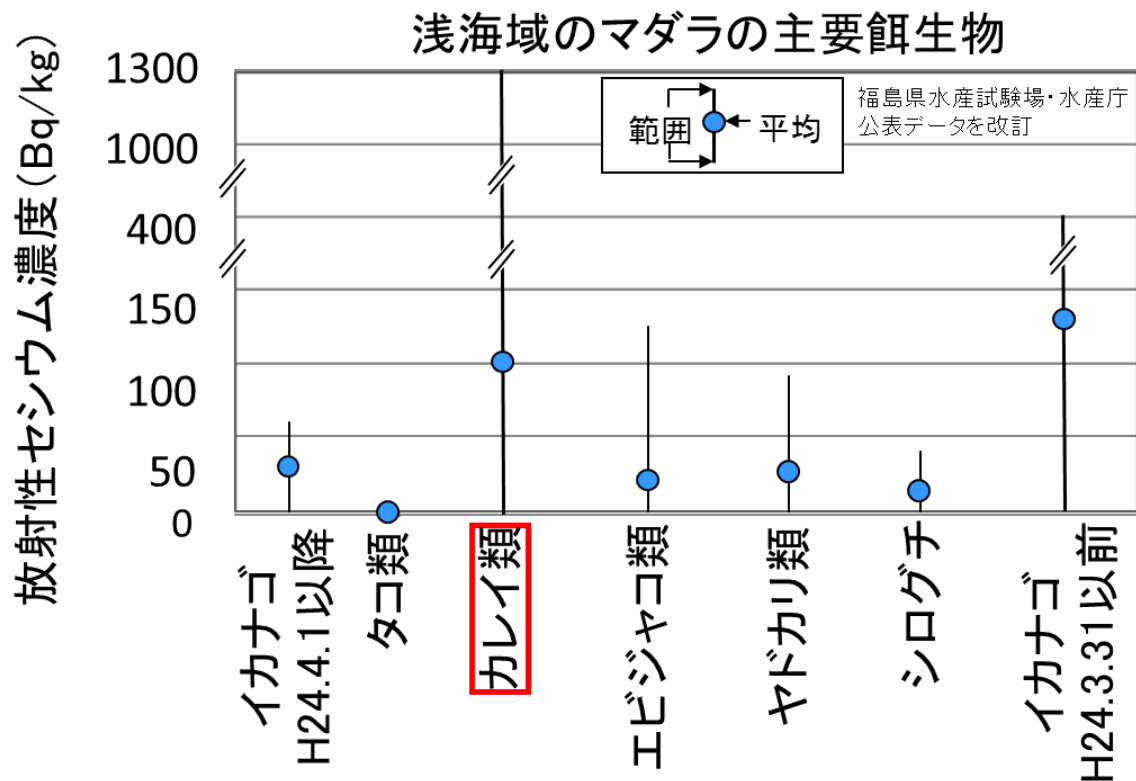
浅海域におけるマダラの食性

100m以浅で漁獲された1kg未満と1kg以上のマダラの胃内容物重量



- エビジャコ類以外で共通する餌生物群はなく、1kg以上と1kg未満の間で餌生物は大きく異なる。
- 主要餌生物の放射性セシウム濃度は？

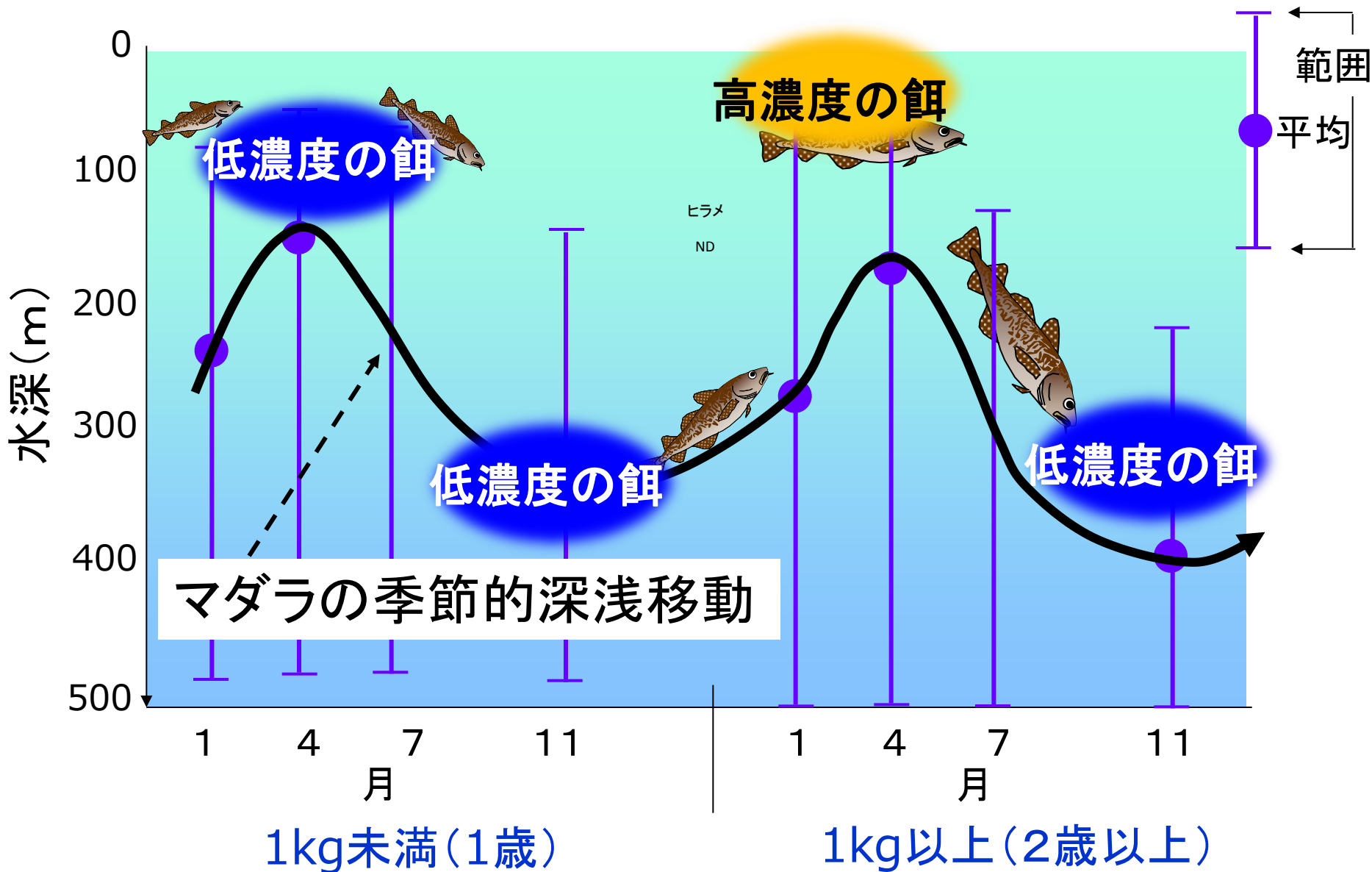
浅海域における主要餌生物の放射性セシウム濃度



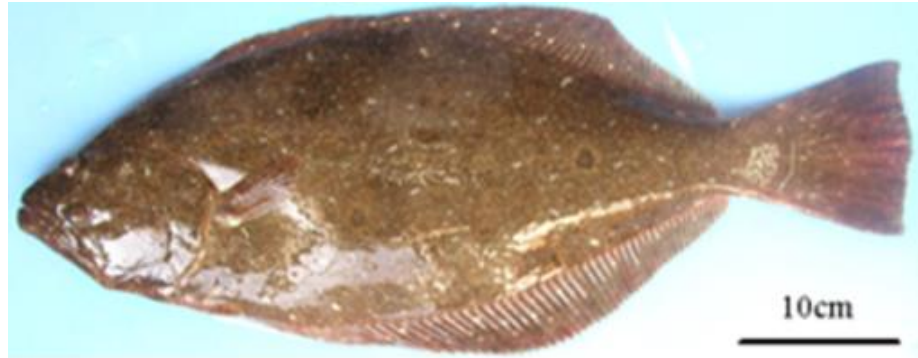
- 1kg以上のマダラの餌のうち、特にカレイ類は濃度が高い
- 水深250mの餌は、マダラの餌のセシウム濃度は低かった

浅海域に分布する時期の餌生物の違いが、体サイズによるセシウム濃度の違いを産み出したと考えられる

東北海域のマダラの浅深移動と餌の放射能濃度



ヒラメ



疑問1

どれくらいの範囲を移動するのか？

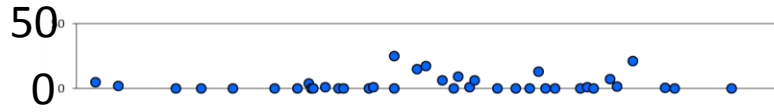
疑問2

今後、どれくらいの速さで減少するのか？

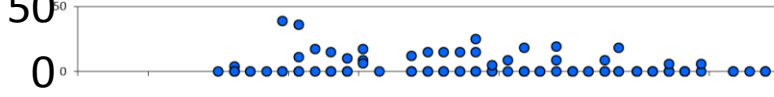
ヒラメのセシウム濃度(2012年度)



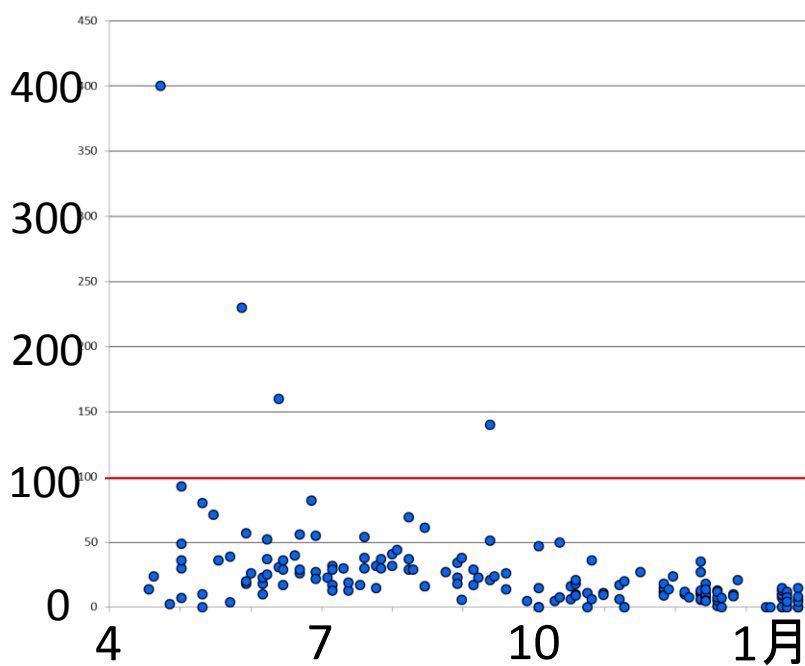
青森県



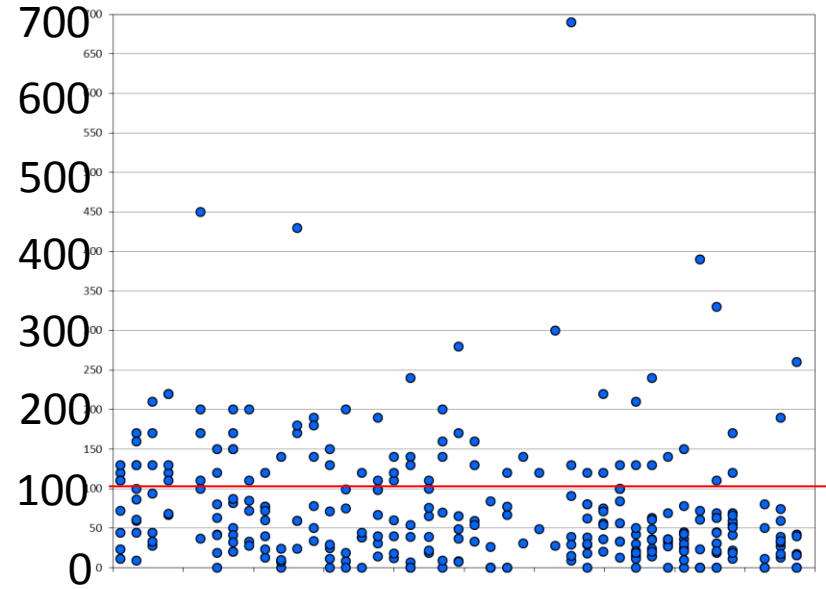
岩手県



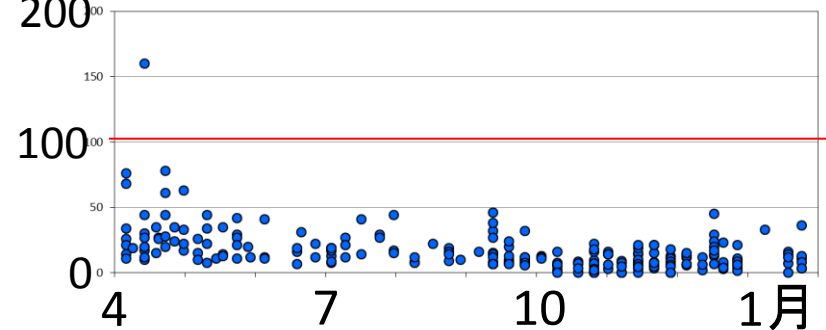
宮城県



福島県



茨城県

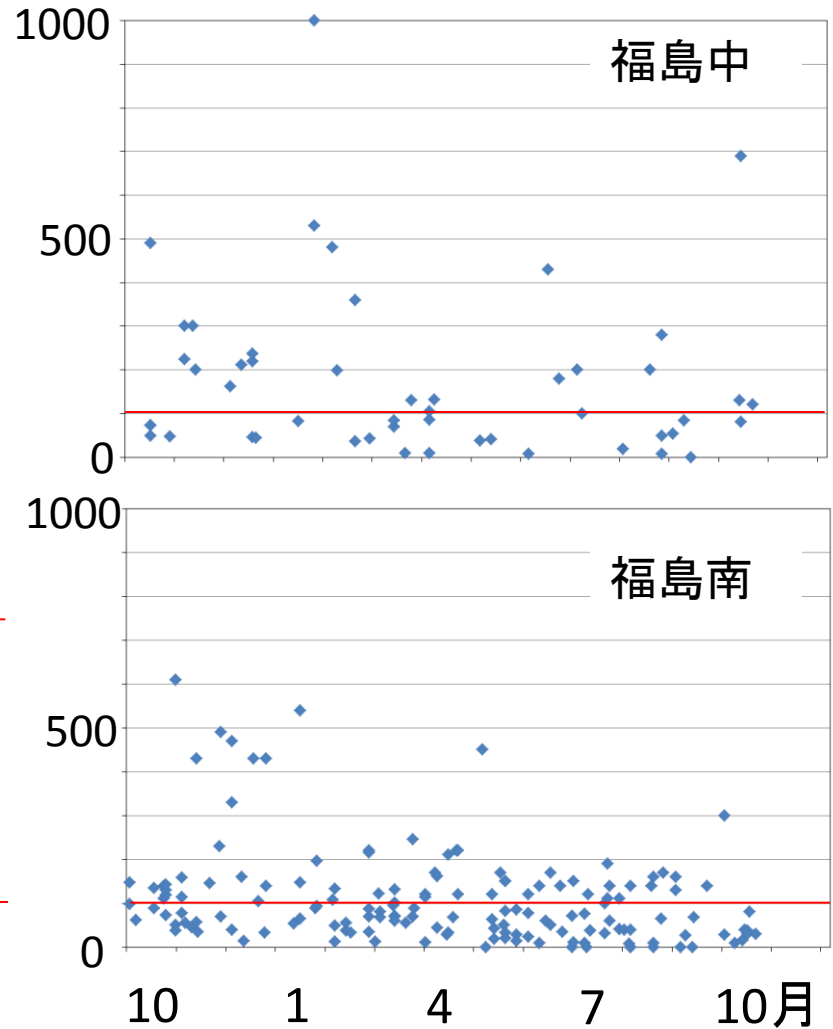
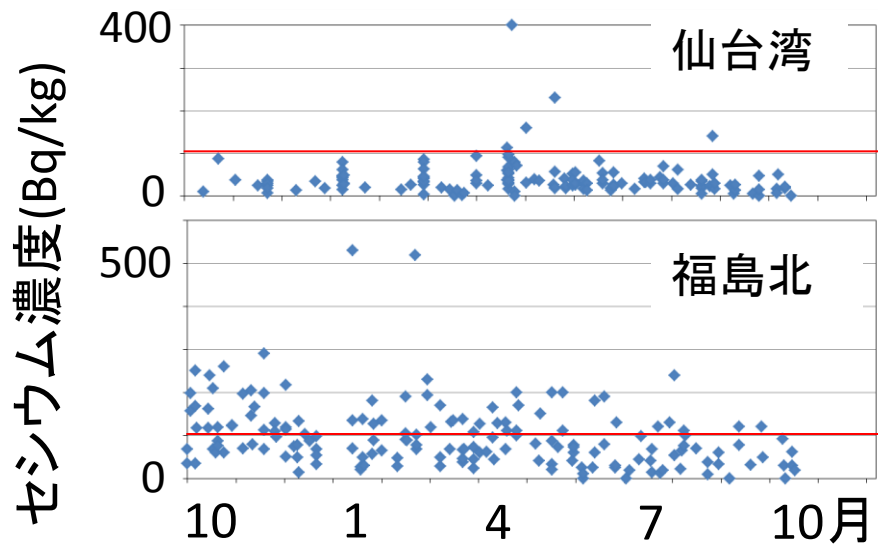
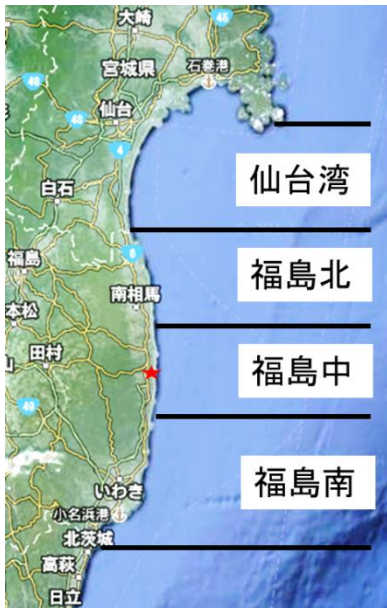


・青森県、岩手県の濃度は低い。

各県公表データ

どれくらいの範囲を移動するのか？

ヒラメのセシウム濃度(2011年10月～)



- ・常磐海域内でも、海域によって濃度が異なる。

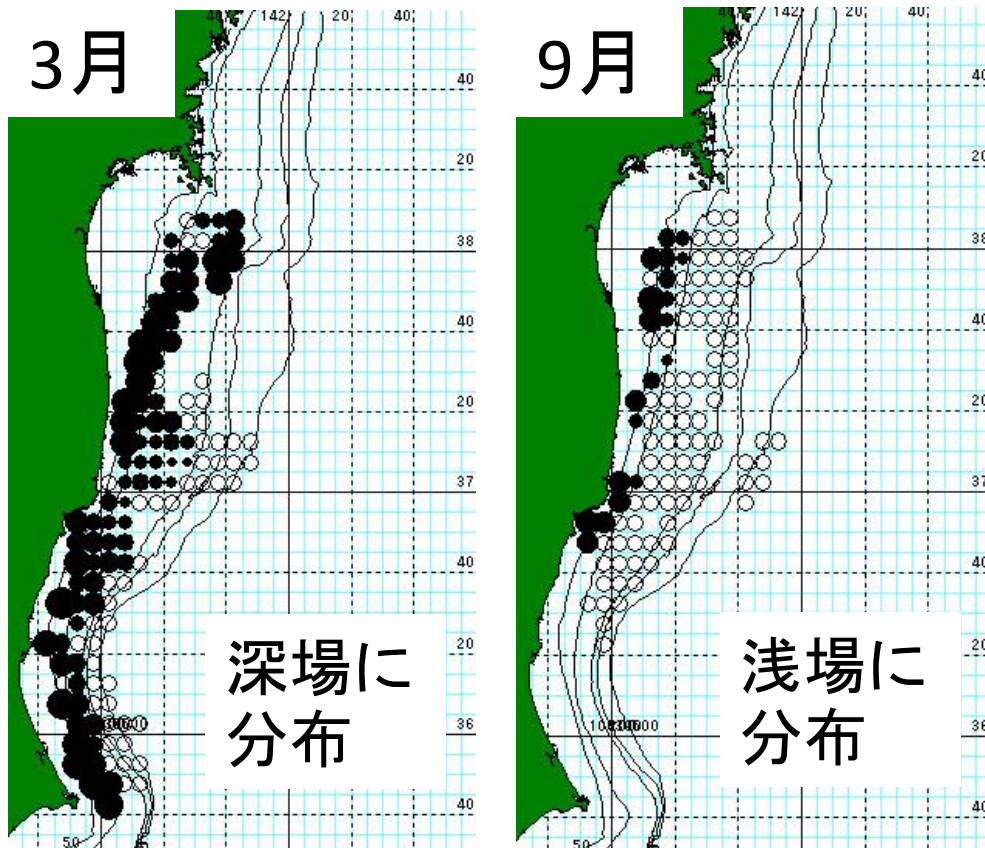
どれくらいの割合の個体が移動するのか？

ヒラメの分布と移動ーこれまでの知見

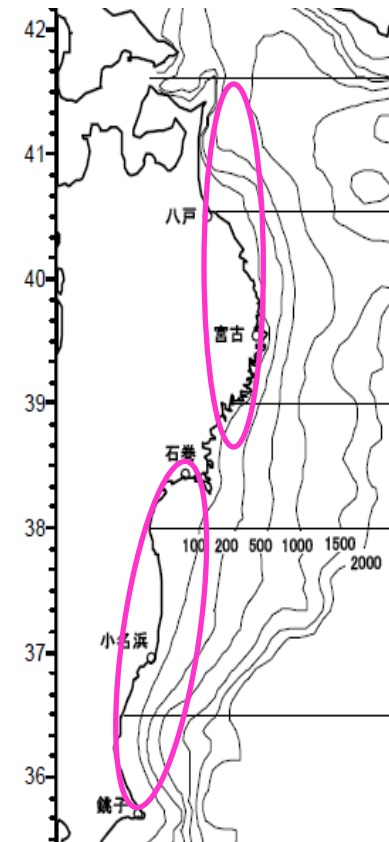
周年，200m以浅に生息

夏から秋に比較的浅場へ移動

東北海域の南と北の移動は少ないと考えられているが、確証はない。



福島県水産試験場提供データ、2008年の
沖合底曳網CPUE(分布密度の指数)



標識放流

移動の範囲、個体の割合を調べる

仙台湾: 7, 8月放流 TL47~65cm

★ ★ 77個体 10個体再捕

いわき沖: 11月放流 TL37~76cm

★ 88個体 2個体再捕



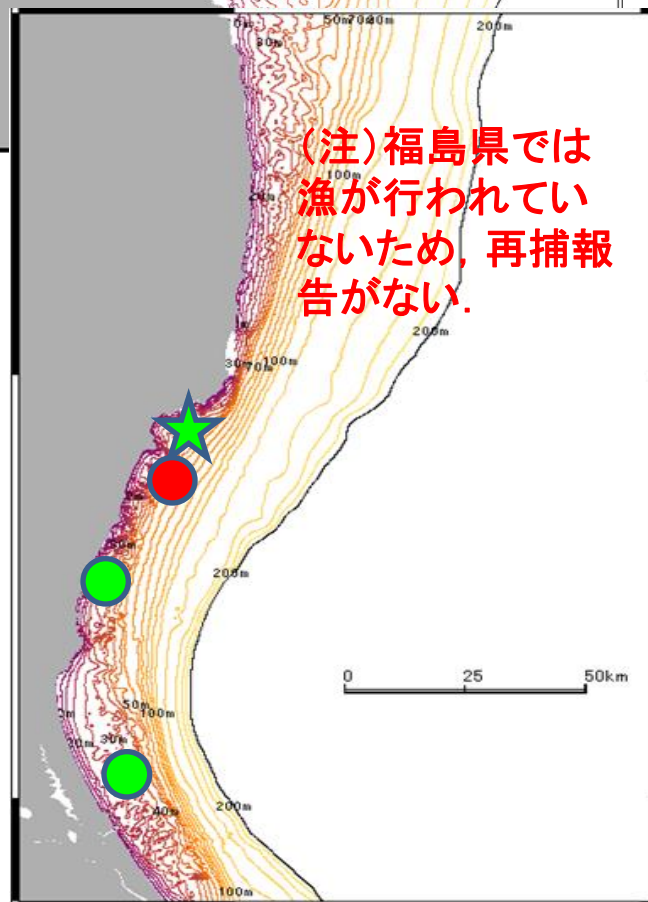
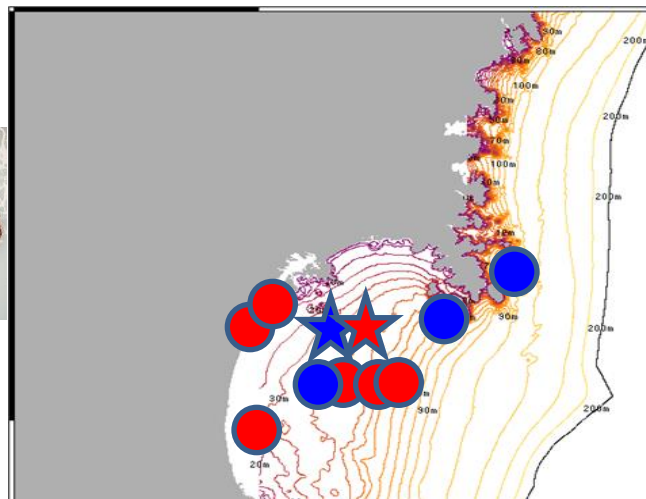
・仙台湾～常磐海域内での移動が確認された→これまでの想定の裏付け

・長距離移動する個体の割合、季節的な南北移動(現在の情報は夏～冬)解明のため、データを蓄積する必要がある。

注: 既往の報告書では、40cm以下の個体は、移動距離は主に20~30km程度で、ごく一部の個体が100km以上の移動をすると報告されている。40cm以上の個体の調査・報告例はわずかである。

各県は定期的なモニタリングによる監視を続けている。

個体群の移動範囲、個体の平均的な移動距離、長距離移動する個体の割合は、今後の研究課題。



疑問2

今後、どれくらいの速さで減少するのか？

餌のCs濃度

排出速度

日間摂餌量

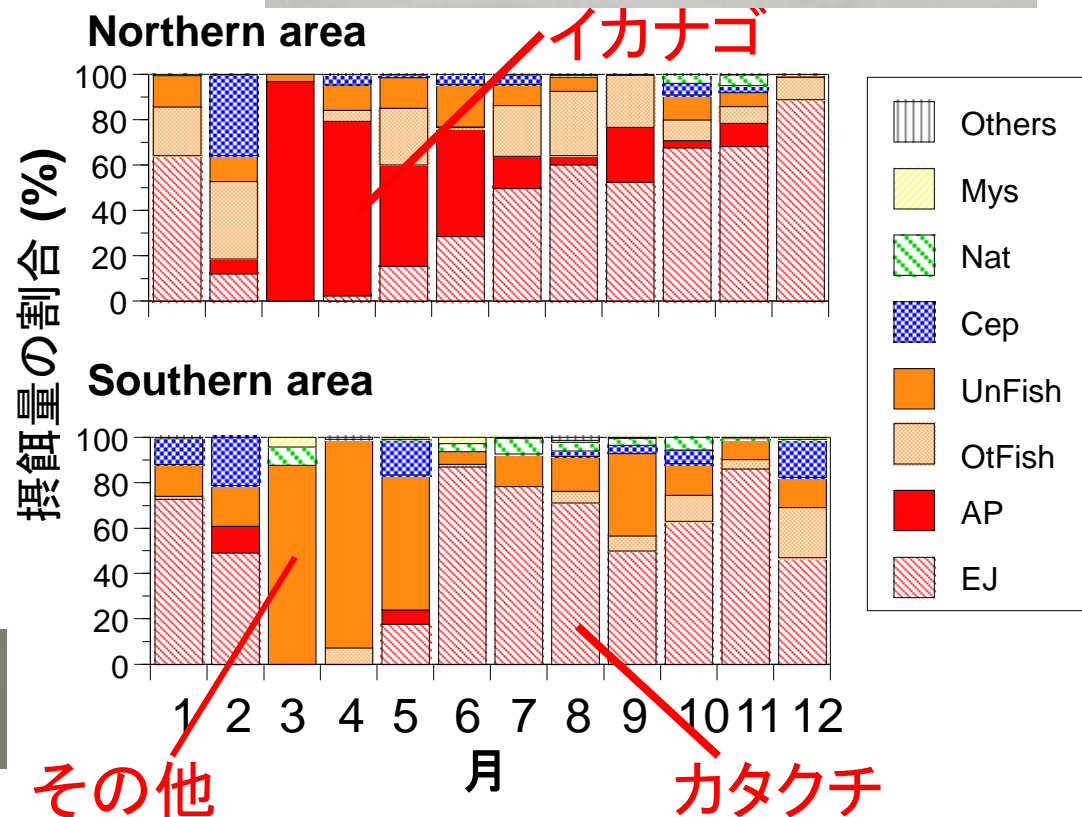
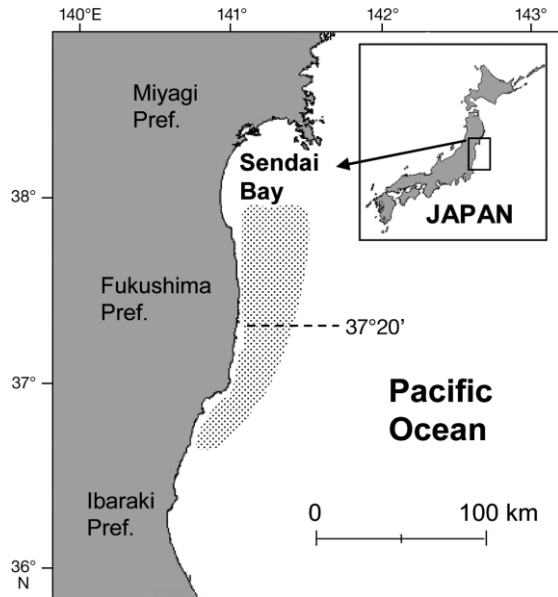
から推定

常磐海域のヒラメの食性(2001~2007)

ヒラメはカタクチイワシとイカナゴを専食する。

餌は体長による顕著な違いは認められない。

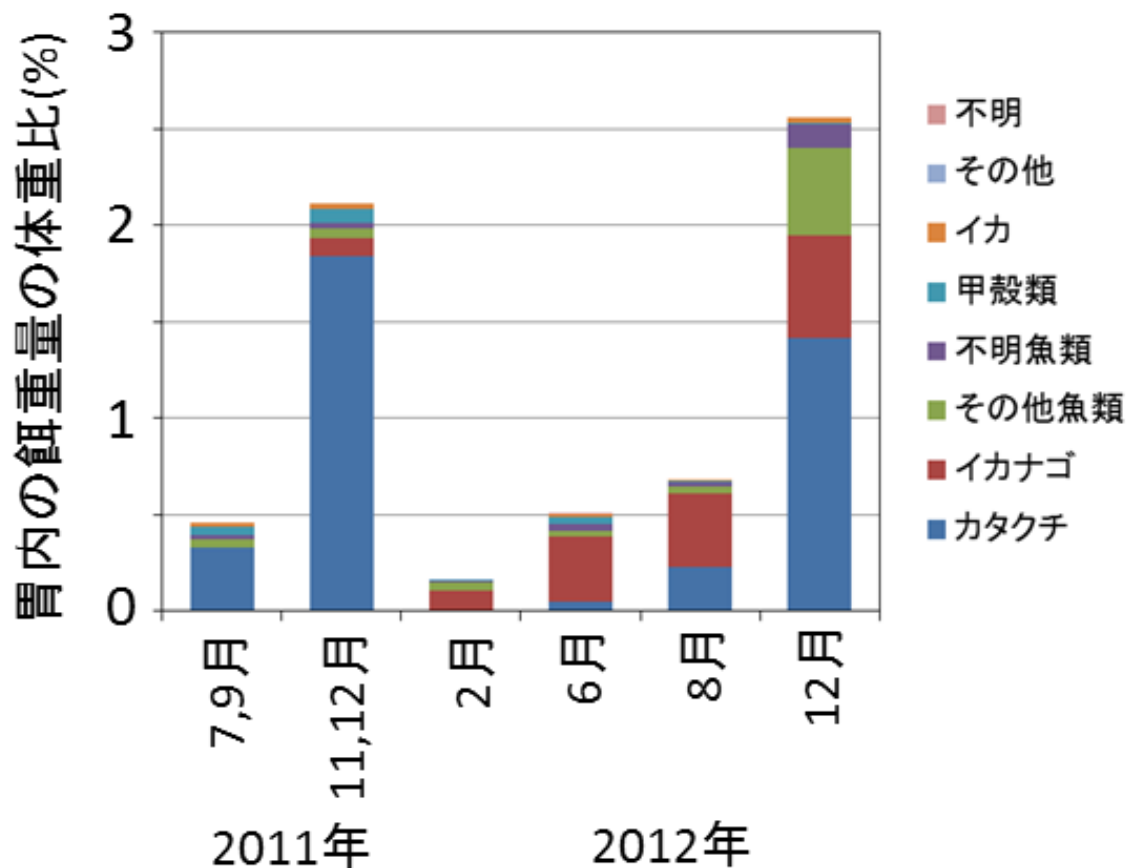
春にカタクチイワシがいなくなる。北ではイカナゴ、南ではその他の魚を摂餌する。



仙台湾のヒラメの食性(2011～2012)

カタクチイワシが主体(過去と同様)だが、イカナゴの割合が大きくなっている。

1年を平均すると、体重の1%程度の餌が胃の中にある(摂餌している)。



ヒラメのセシウム取り込み量の推定(概算)

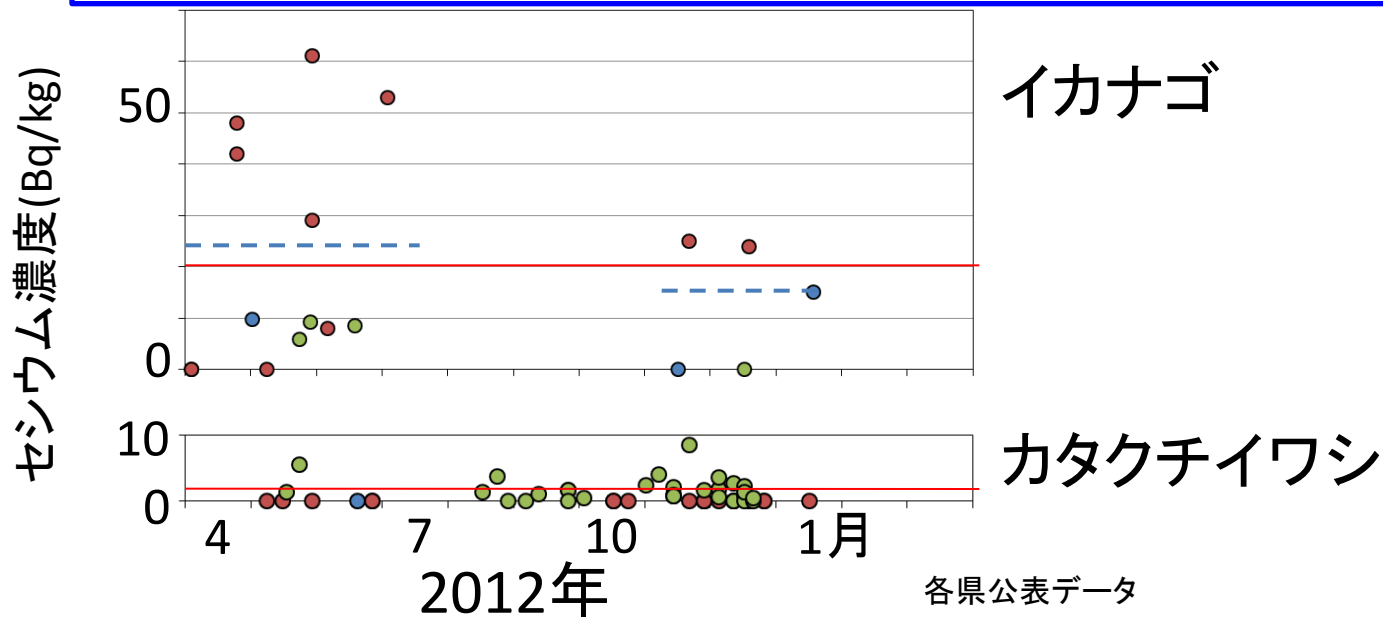
ヒラメ摂餌量 1日あたり体重の1%

餌生物 カタクチ:イカナゴ=1:1

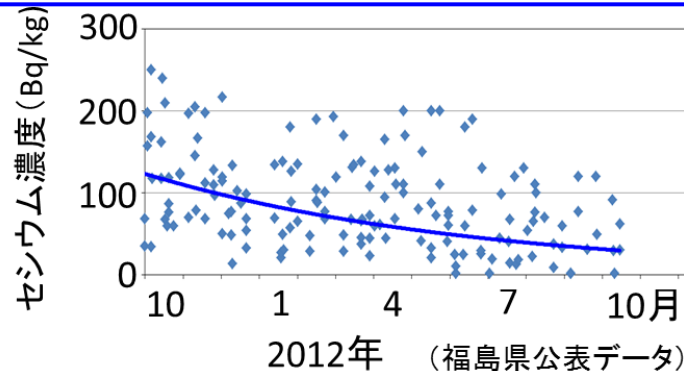
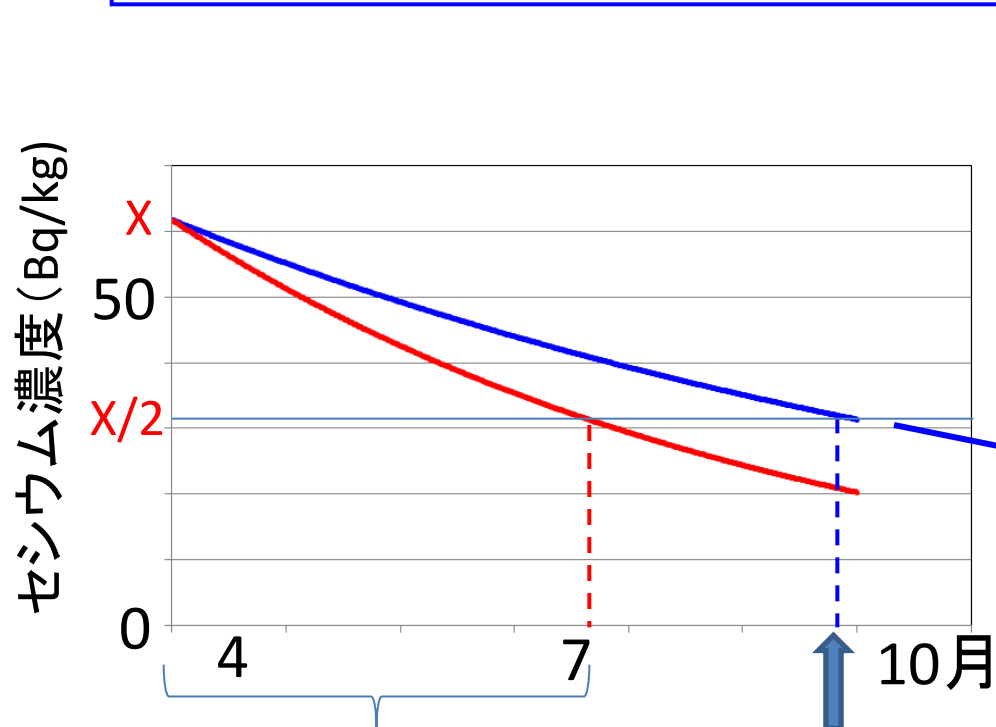
餌のセシウム濃度 平均 10.5Bq/kg

カタクチ	2Bq/kg
イカナゴ	19Bq/kg

→ ヒラメのセシウム取り込み量 1日、体重1kgあたり 0.1Bq



減少速度に関する考察(福島県北部を例に)



体重の1%摂餌、体内濃度の0.6%排出すると、餌の1.6倍の濃度で安定する。

生物学的半減期
(112日)

1日0.6%の排出

1日0.1Bq程度の取り込み
があるので、観測される
半減期は長い(181日)

→1年間で1/4

速度は遅いものの、引き続き減少を続けると思われる

まとめ

海産魚のCs濃度は減少傾向にある

マダラ

なぜ遠隔地で高濃度魚が出現するか？→移動範囲

なぜセシウム濃度は小型魚で低く、大型魚で高いのか？→
年齢による食性の違い

ヒラメ

どれくらいの範囲を移動するのか？→仙台湾～常磐海域内であろう。個体ごとの移動距離，長距離移動する個体の割合は不明。

今後、どれくらいの速さで減少するのか？→福島県では年間1/4程度で減少。引き続き徐々に減少。

食性，摂餌量，移動・回遊など，生態的知見から放射能濃度の出現を理解。