

放射性物質による 海洋汚染の現状と食の安全

(財) 海洋生物環境研究所

中原 元和

日本人と放射能の関わり



人類史上初の核爆発実験
(トリニティ実験、
ニューメキシコ州) (マ
ンハッタン計画) (1945
年7月16日)
同型のPu原爆が長崎に投
下された (1945年8月9
日)

核利用の幕開け(1945~)



1954年キャッスル作戦での”Bravo Shot (水爆実験)” (3月1日、ビキニ環礁、理論計算を誤り、6メガトン予定が15メガトンに)

第五福竜丸事件 (死の灰、原爆マグロ)

1954年3月1日、ビキニ原爆被災事件

第5福竜丸の乗組員23
名が被災

食品（マグロ）

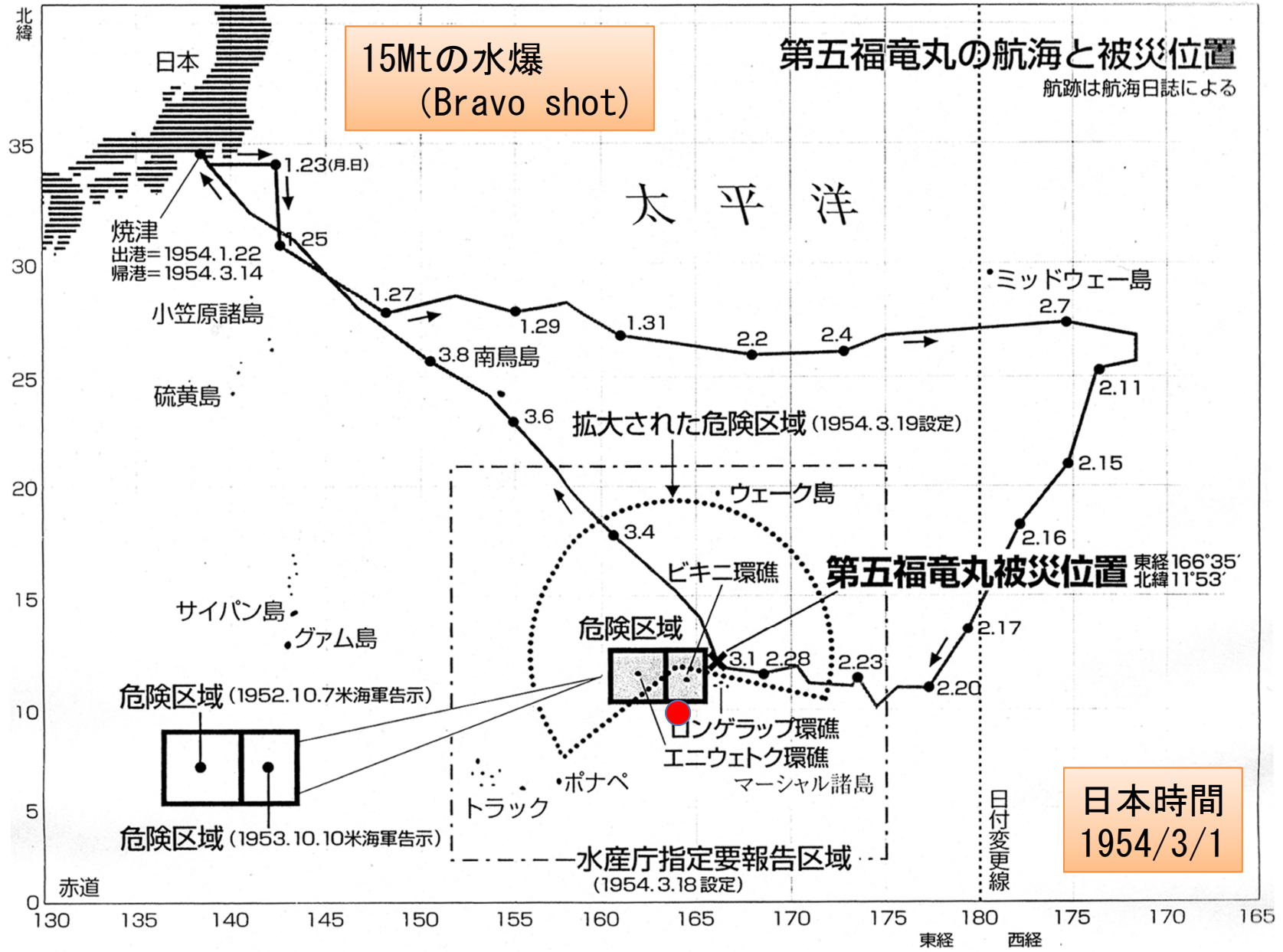
国内最初の大規模
放射能食品汚染

太平洋のただなかで

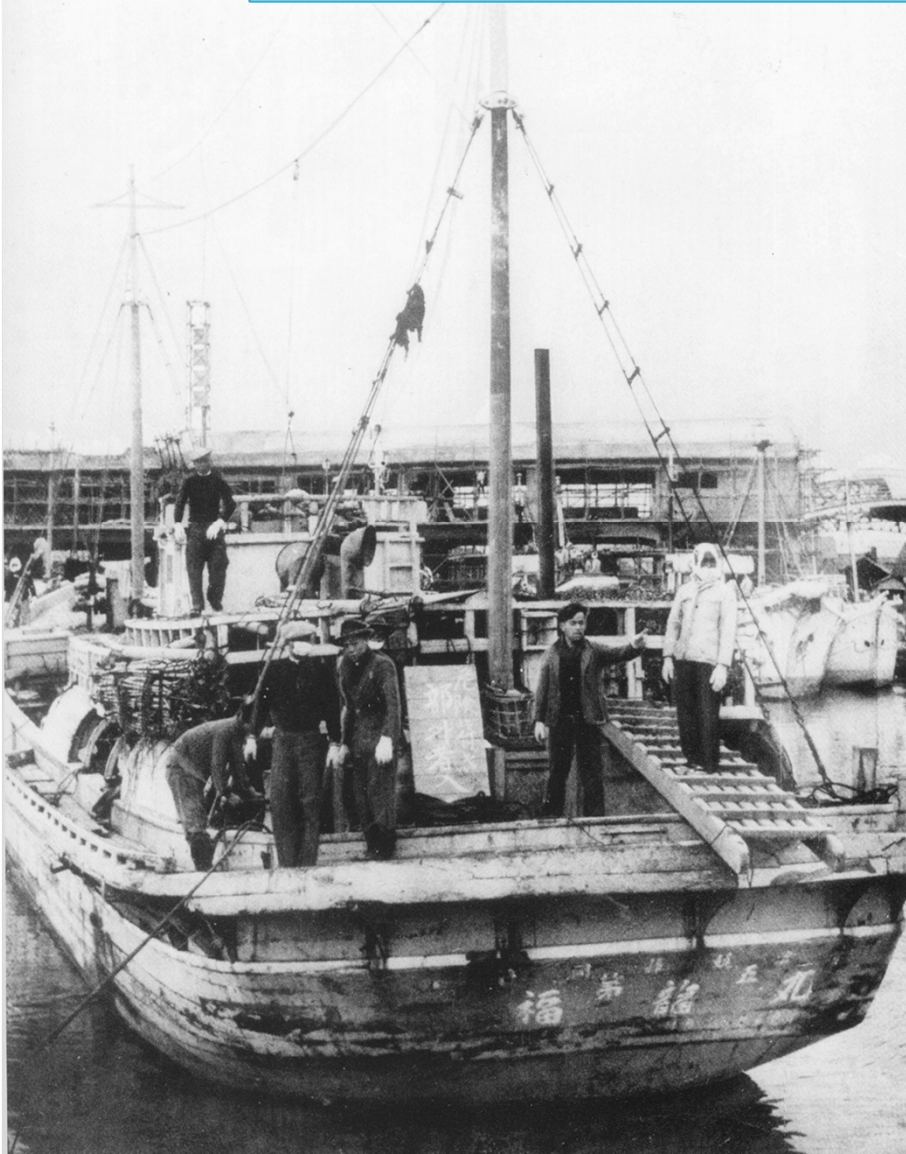
アメリカのマーシャル諸島の
ビキニ・エニウェトク環礁

サンゴ礁でできた
美しい島

1954年3月から5月にかけて、アメリカはマーシャル諸島のビキニ・エニウェトク環礁で、一連の水爆実験をおこなった(写真は、マーシャル諸島の環礁のひとつ。左側は外洋、右側が礁湖)



当時の第五福龍丸



焼津港に戻った第5福龍丸

昭和29年3月16日に静岡県の焼津港に水揚げされたマグロの放射能測定の様子



1. 魚類の放射能検査・漁業者

昭和29年（1954年）

汚染されたマグロ
が全国に出荷

「寿司屋のお客はビタリととり、魚屋の店頭にもお客はまばら、気短な店主の中には店を閉めるものもでてきた」とも報じられた。新聞各紙には国民の不安を代弁するように「原子マグロ」騒ぎを風刺する川柳・漫画が登場した。「騒動」は地域差もみられたが、数ヶ月で落ち着き魚価は回復した。「魚路れ」の副産物として加工品が発達し、とりわけ「魚肉ソーセージ」の生産量が伸びた。

昭和29年12月末までに
汚染魚を水揚げした船は
856隻、廃棄した魚は485.7トン



2. 貼り紙を出す魚屋

金沢の**近江町**市場にも並ぶ

「放射能」のイメージは？

1. 怖いもの（得体のしれないもの）
2. 広島，長崎の原爆
3. 今回の原発事故で初めて身近に認識した
4. 医療で使われていることは知っているが…
5. 身近な環境には存在しない，と理解している

「放射線」と「放射能」

「ベクレル」と「シーベルト」

「放射能」： 放射性物質が放射線を出す現象
または性質

単位のこと；1秒間に1個の原子核が壊変する際
の放射能は1ベクレル（Bq）

（長さ＝cm， 重さ＝g， 放射能＝Bq）

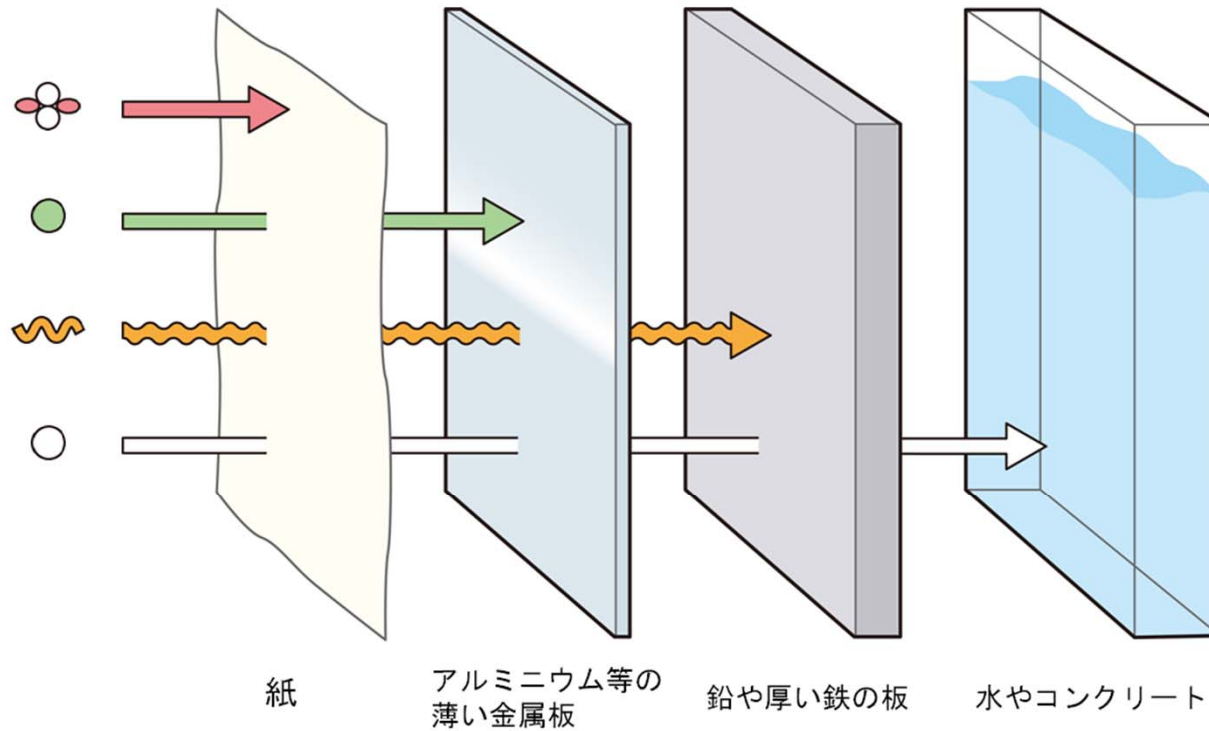
「放射線」： 放射性元素の崩壊に伴って放出
される粒子線または電磁波

α 線， β 線， ガンマ線， 中性子線など

放射線の種類と透過力

α 線を止める β 線を止める γ 線、X線を止める 中性子線を止める

α 線
 β 線
ガンマ線
エックス線
中性子線

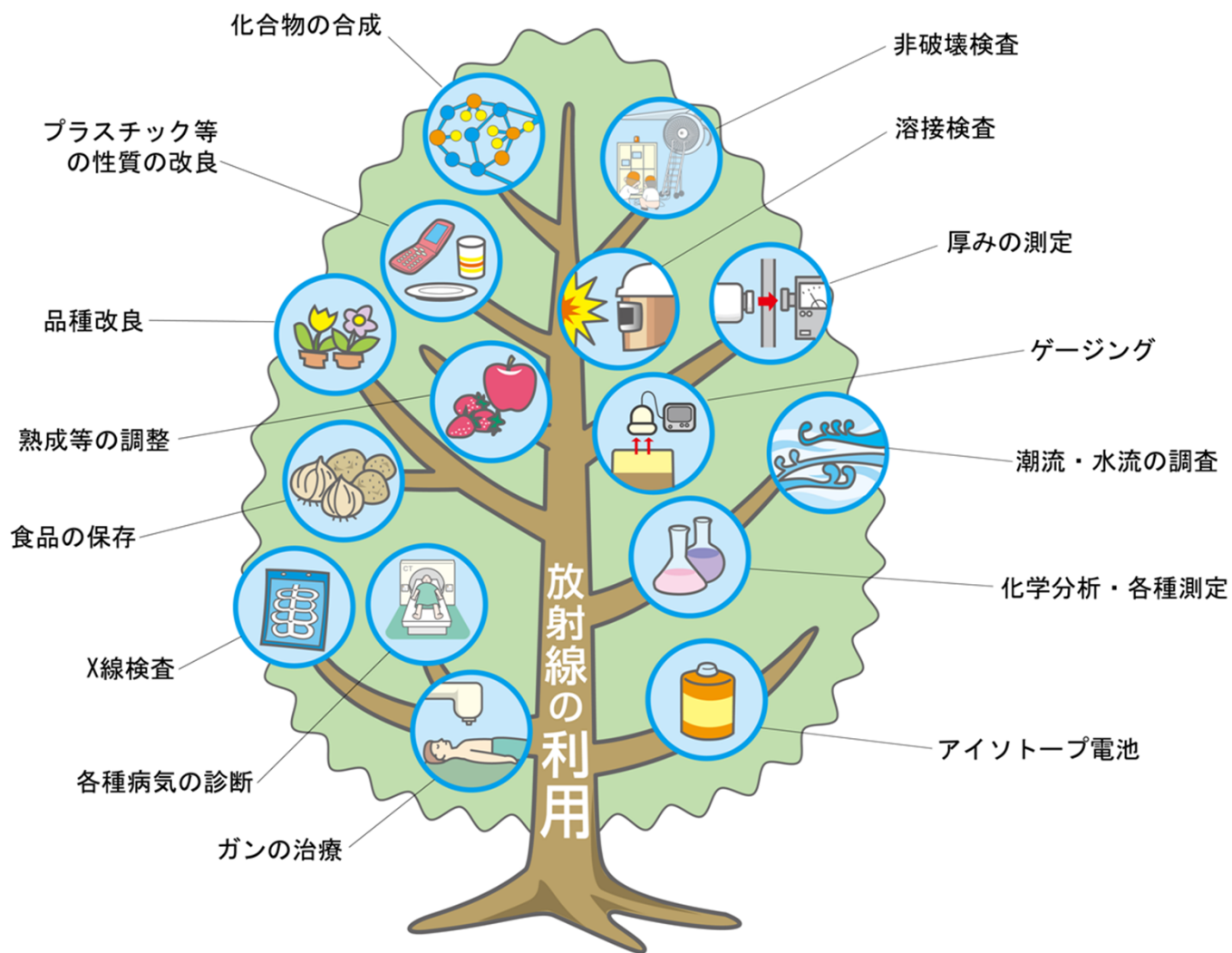


放射線に関する単位

名 称	単 位 名 (記 号)	定 義
放射能の単位 国際単位系 (SI)		
放射能	ベクレル (Bq)	1 秒間に原子核が崩壊する数を表す単位
放射線量の単位 国際単位系 (SI)		
吸収線量	グレイ (Gy)	放射線のエネルギーがどれだけ物質（人体を含むすべての物質）に吸収されたかを表す単位。 1Gyは1 kgあたり1 ジュールのエネルギー吸収があったときの線量。
線 量	シーベルト (Sv)	放射線によってどれだけ影響があるかを表す単位 (1シーベルト=1000ミリシーベルト)
エネルギーの単位		
エネルギー	エレクトロンボルト/ 電子ボルト (eV)	放射線等のエネルギーを表す単位 (1eV=1.6×10 ⁻¹⁹ J)

身の回りにおける放射能・放射線

放射線のいろいろな利用



天然放射性核種

(地球ができた当時から存在、または自然環境下で随時生成する)

【主なもの】

- ・トリチウム (^3H) (半減期12.3年)
- ・炭素14 (^{14}C) (半減期5730年)
- ・カリウム40 (^{40}K) (半減期12.8億年)
- ・ルビジウム87 (^{87}Rb) (半減期475億年)
- ・トリウム232 (^{232}Th) (半減期140億年)
- ・ウラン238 (^{238}U) (半減期44.7億年)
- ・ラジウム226 (^{226}Ra) (1600年)
- ・ラドン222 (^{222}Rn) (3.8日)
- ・トロン (ラドン220のこと) (58秒)

人工放射性核種

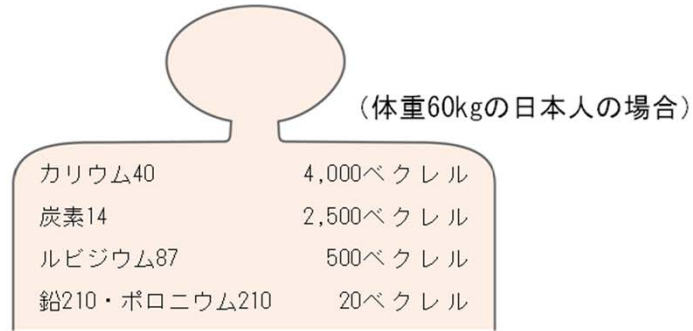
(核実験などで、人類が地球環境に付加したもの)

【主なもの】

- ・ストロンチウム90 (^{90}Sr) (半減期29年)
- ・セシウム134 (^{134}Cs) (半減期2年) (チェルノブイリ、福島第一事故時に確認された)
- ・セシウム137 (^{137}Cs) (半減期30年)
- ・ヨウ素131 (^{131}I) (半減期8日) (チェルノブイリ、福島第一事故時に確認された)
- ・プルトニウム239 (^{239}Pu) (半減期2.4万年)

体内、食物中の自然放射性物質

●体内の放射性物質の量



●食物中のカリウム40の放射能量 (日本)

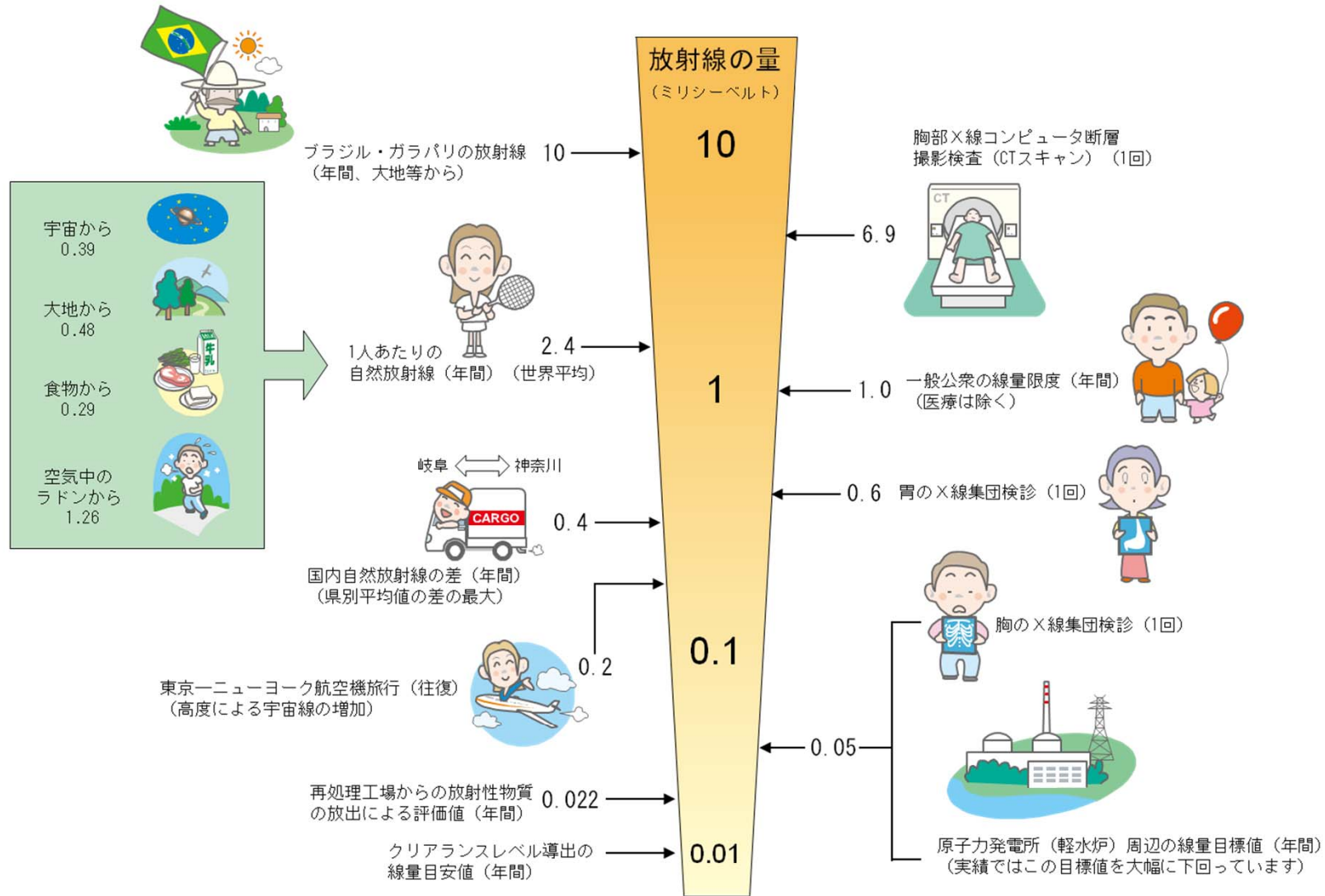
(単位: ベクレル/kg)



出典: 旧科学技術庁パンフレット

原子力図面集(2010)より

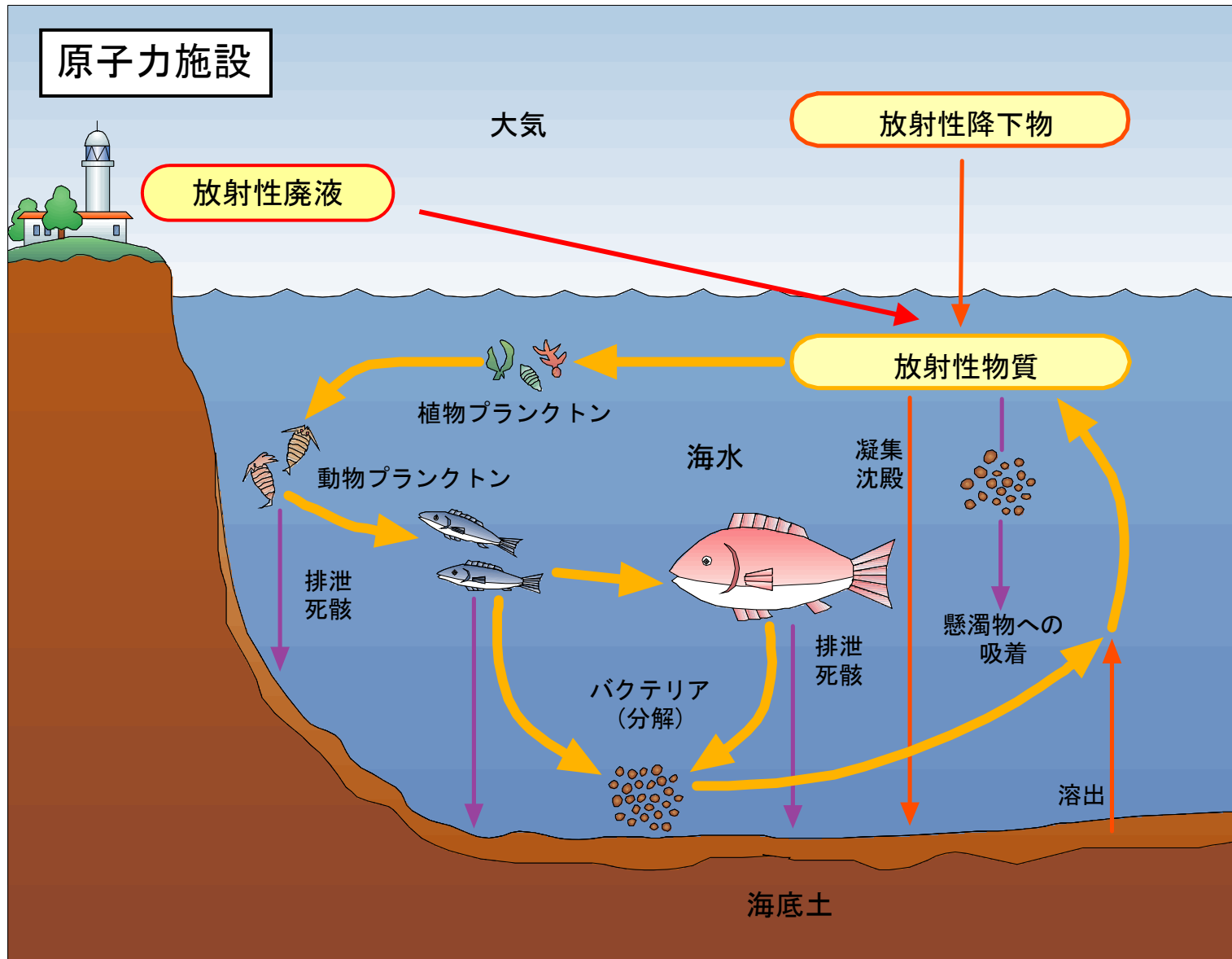
日常生活と放射線



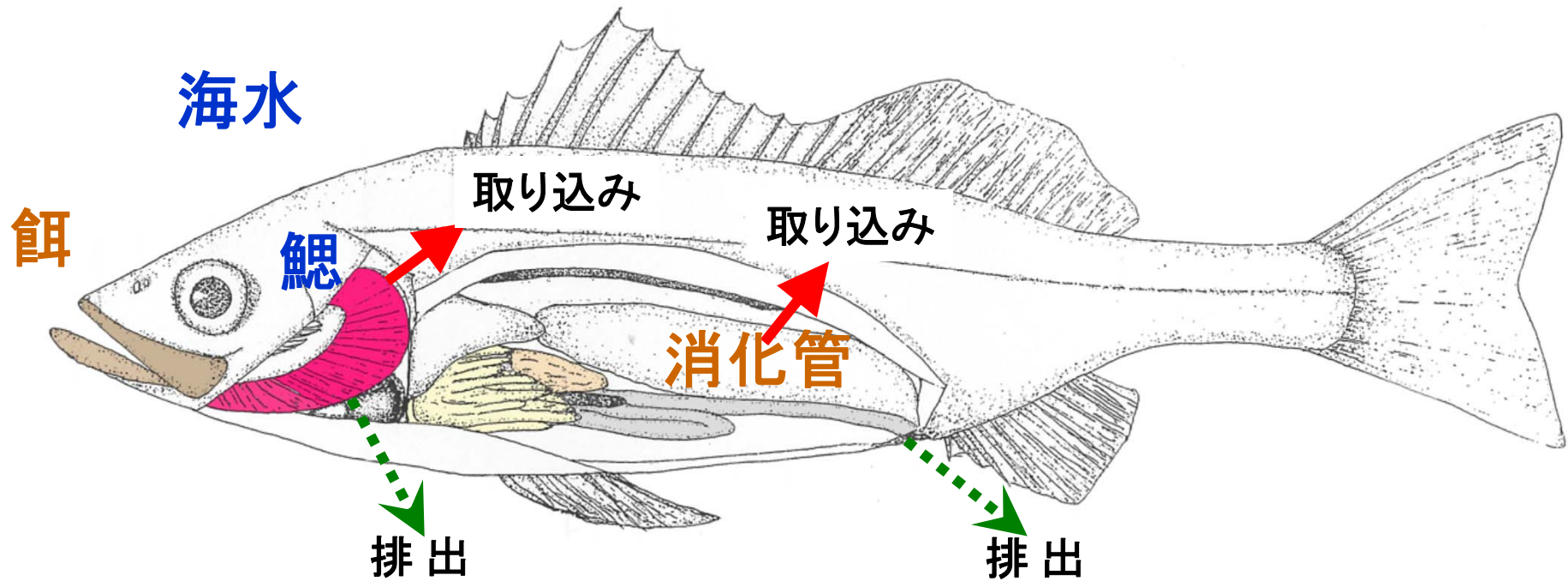
海洋中での放射性核種の動き

海産生物への濃縮

海洋中での放射性物質の動き



海産生物による 放射性核種の取り込み・排出経路



放射線医学総合研究所那珂湊支所



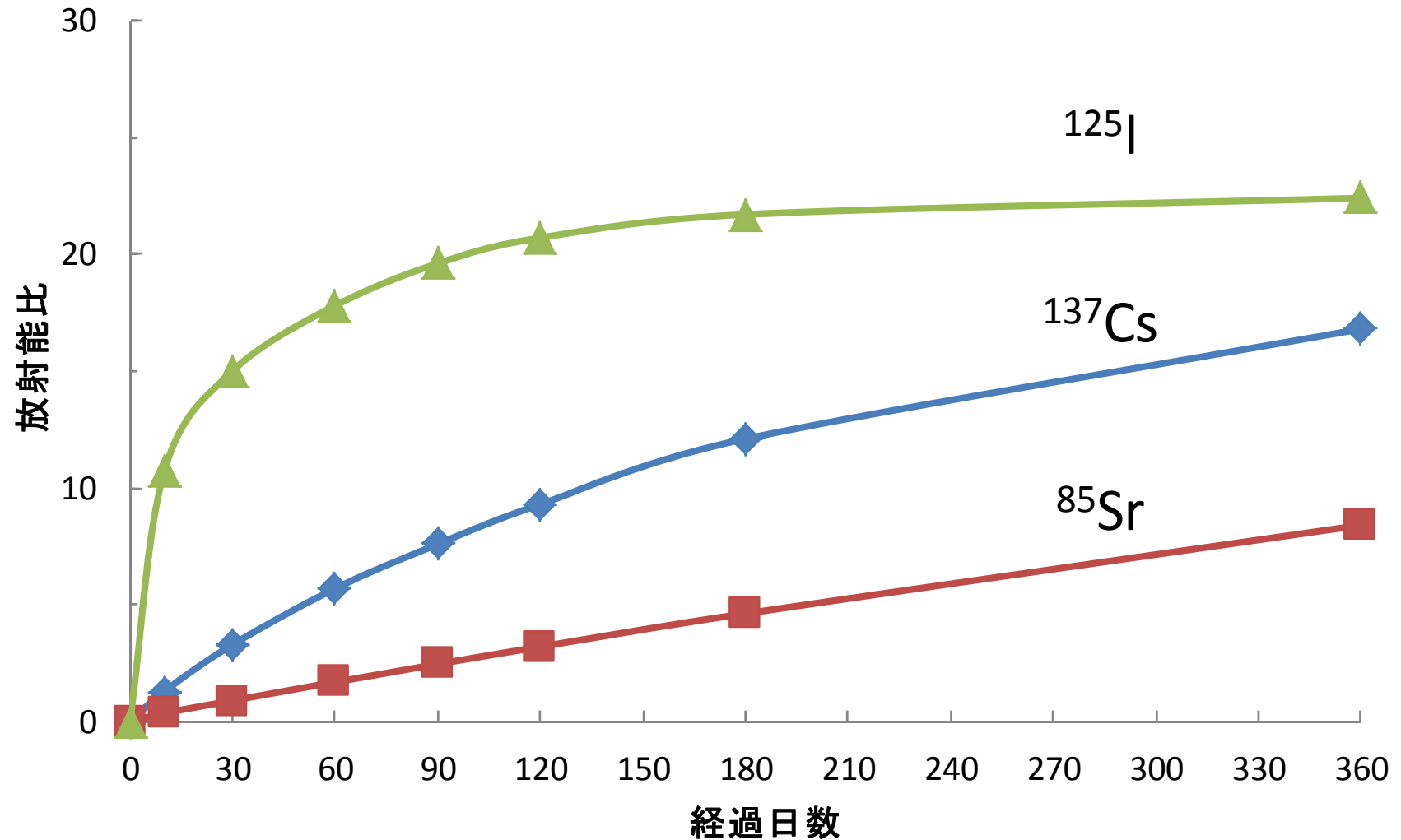
50トン水槽



海産生物の放射線測定装置 (ホールボディカウンター)

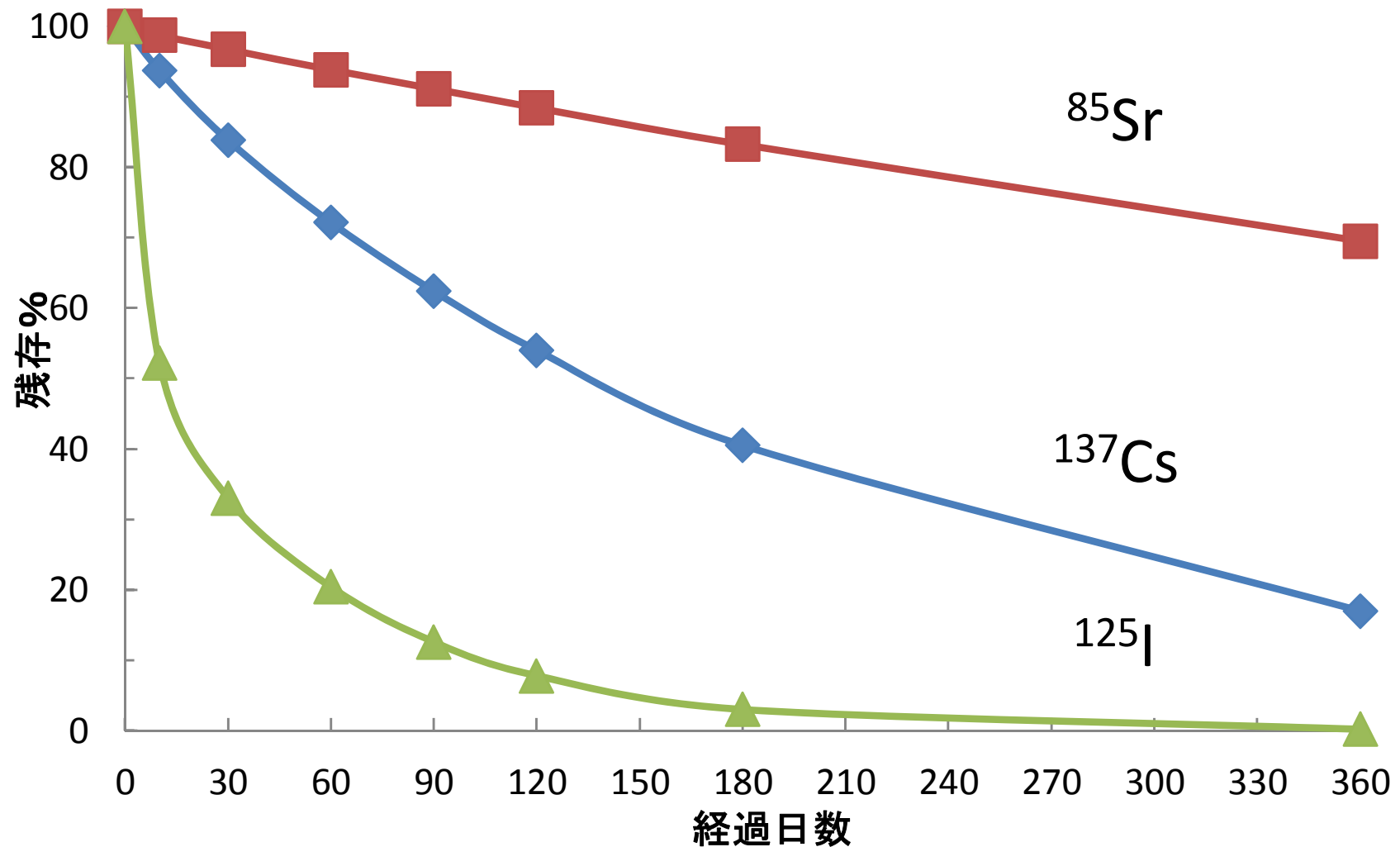


クロソイ(平均体重42g)による海水からの放射性核種の取り込み(水温15℃)



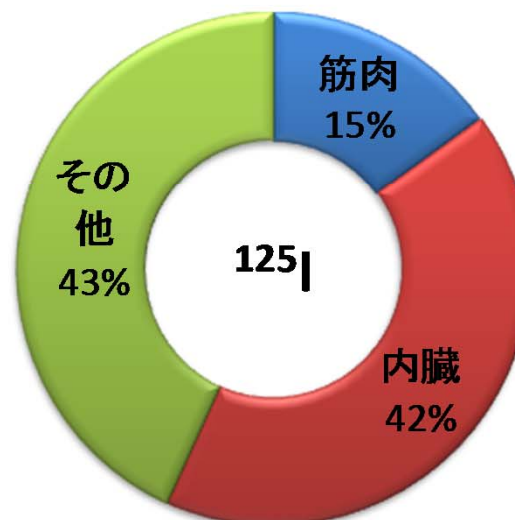
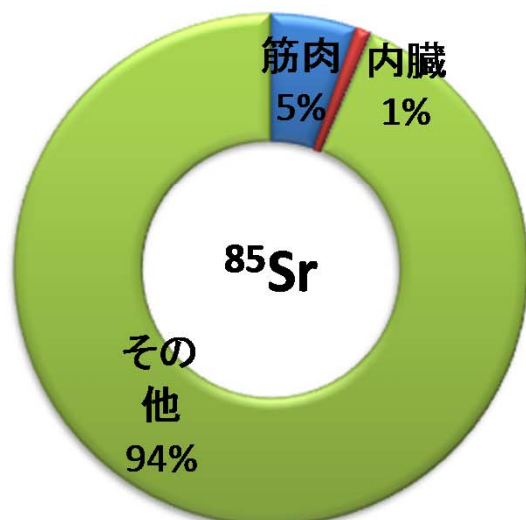
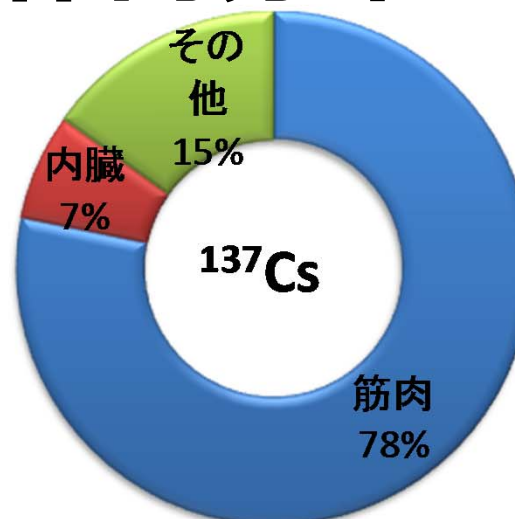
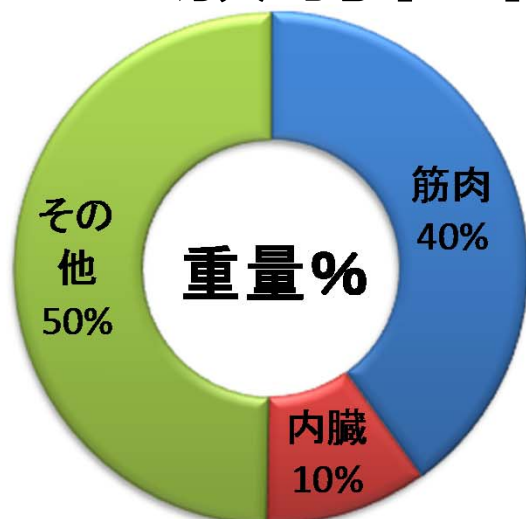
(中原 未発表)

クロソイ(平均体重42g)からの放射性核種の排出(水温15°C)



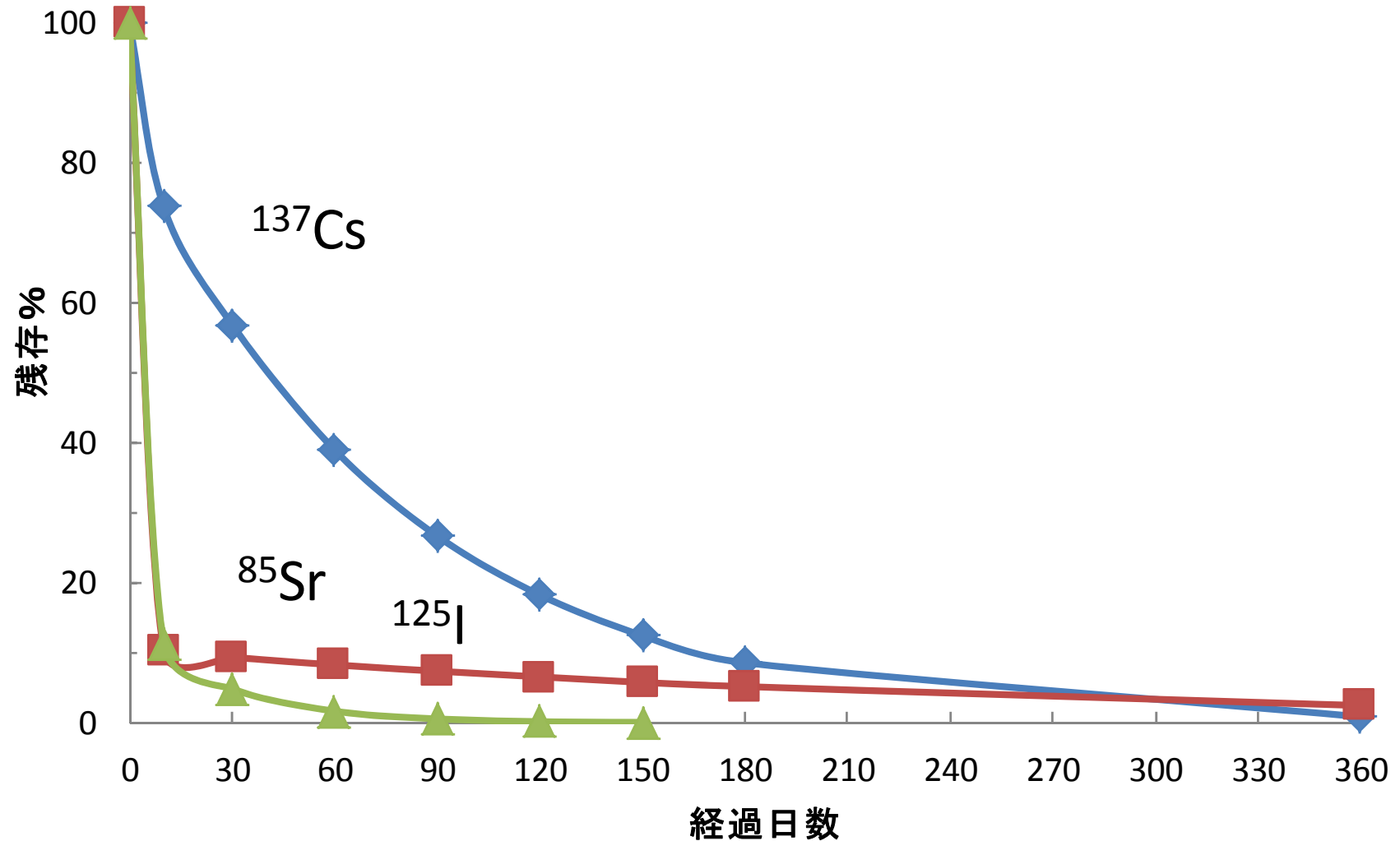
(中原 未発表)

クローンイに取り込まれた放射性核種の体内分布



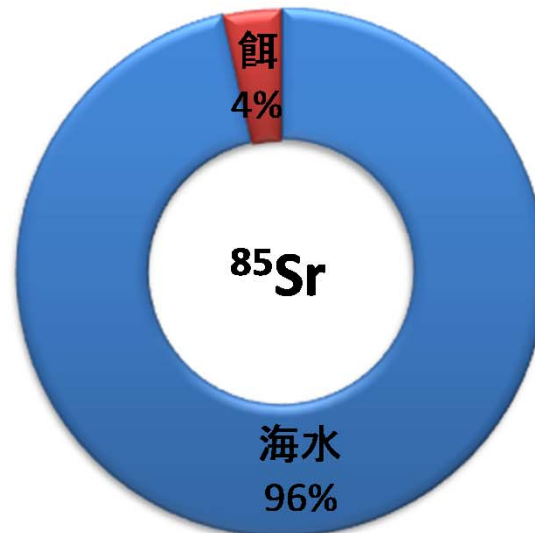
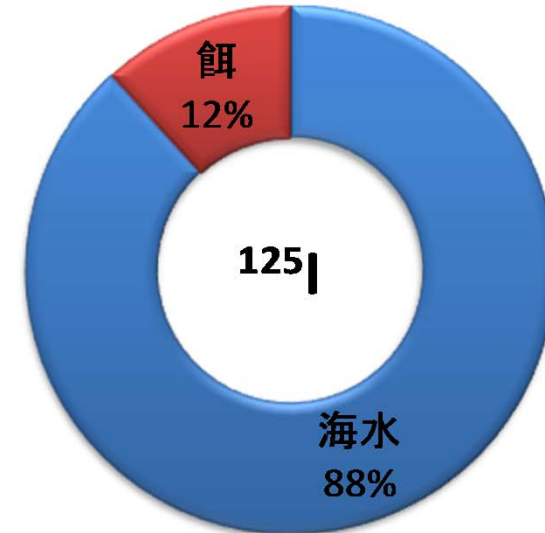
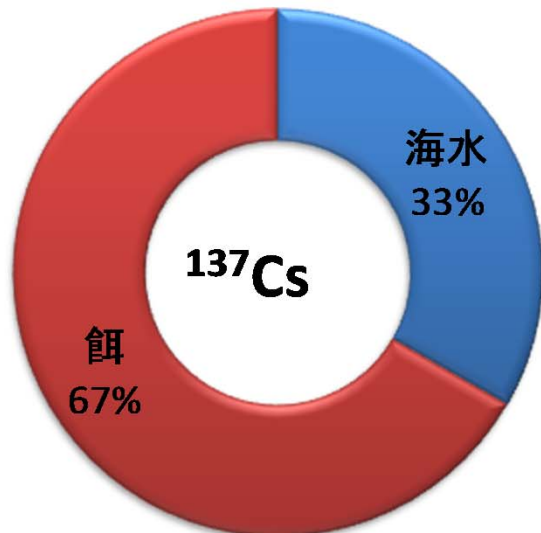
(中原 未発表)

クロソイによる餌から取り込まれた放射性核種の排出(水温15℃)



(中原 未発表)

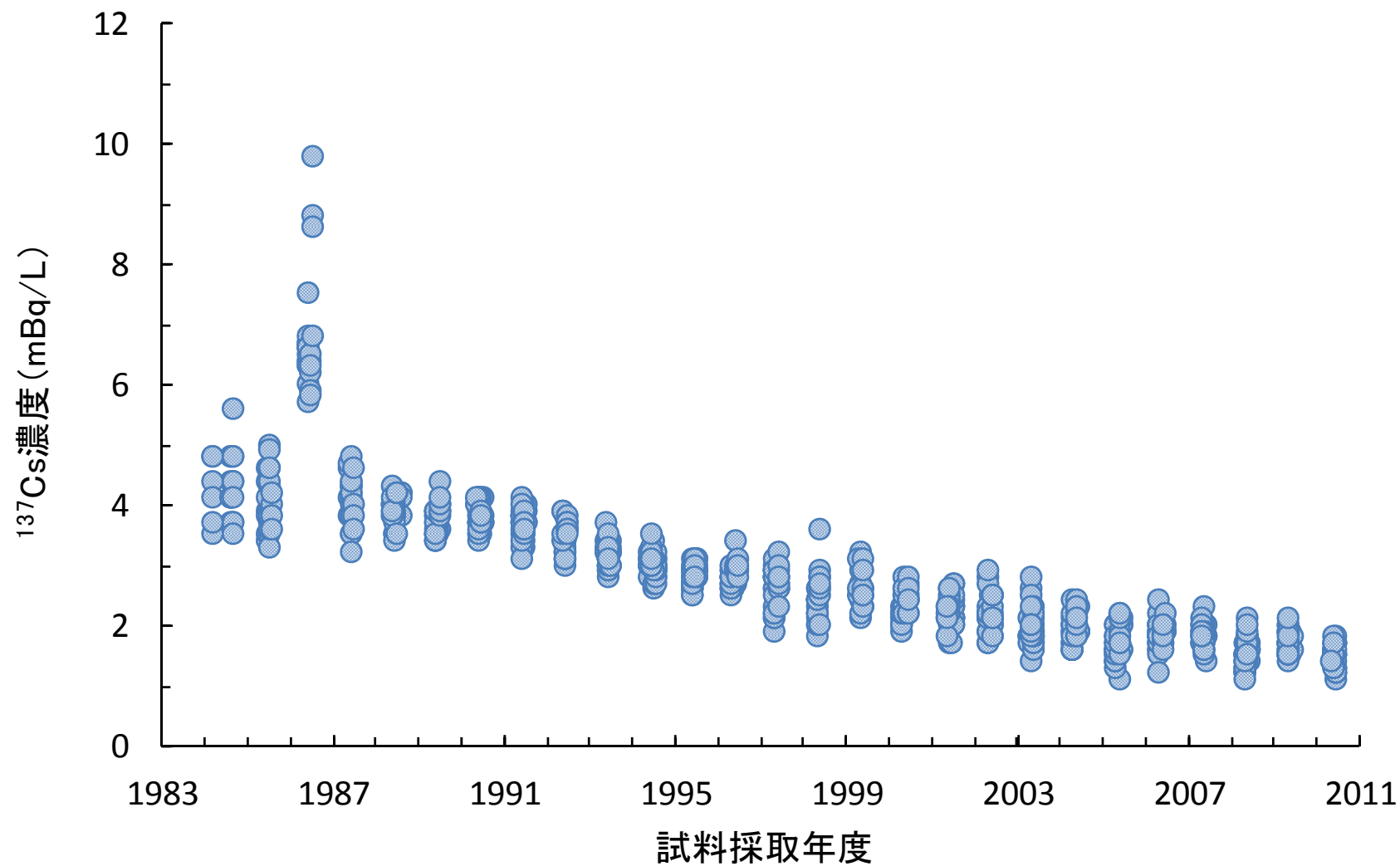
クロソイの放射性核種取り込みにおける 海水と餌の寄与割合(%)



(中原 未発表)

事故前の海洋試料¹³⁷Cs濃度の 経年変動

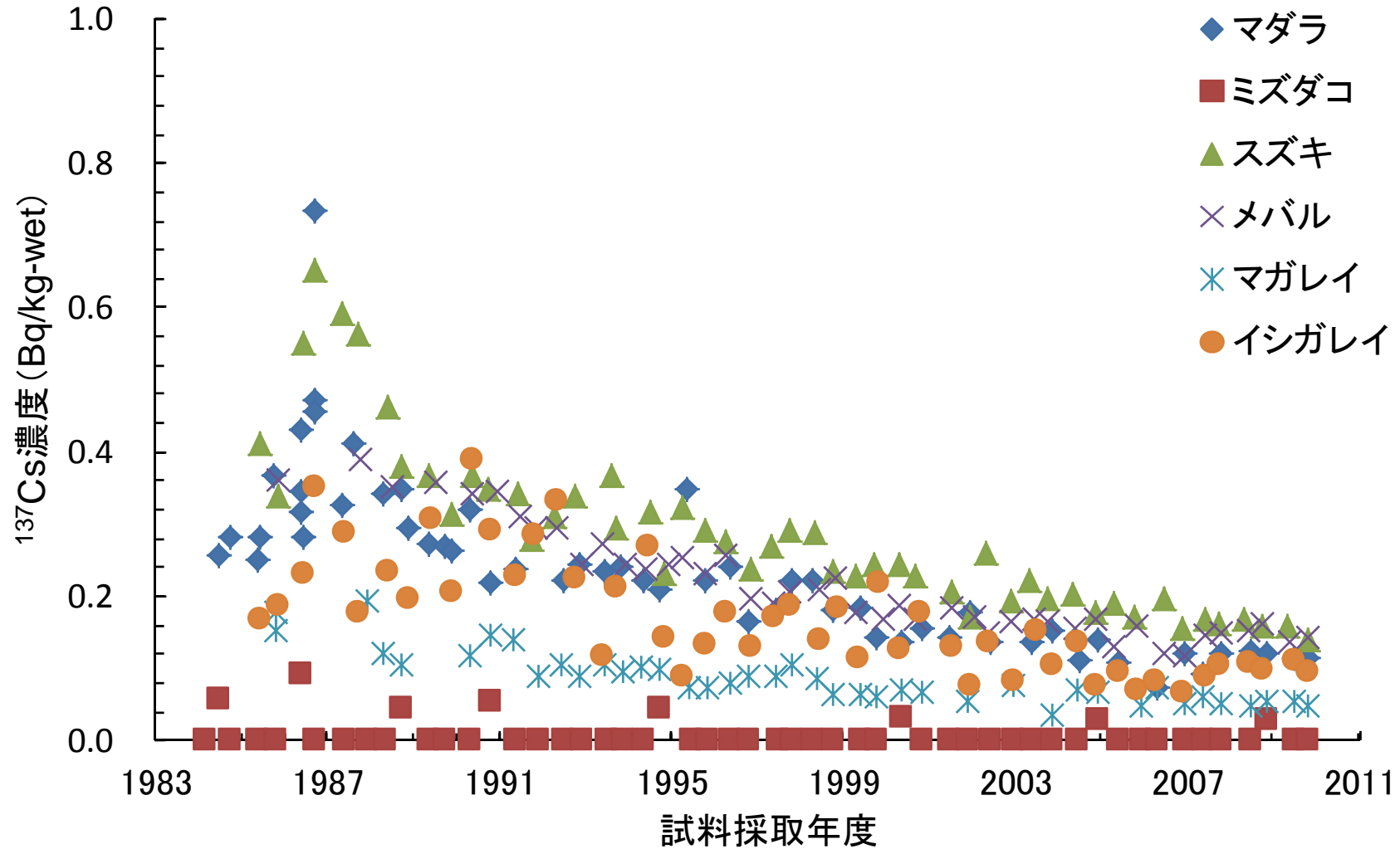
海水試料中の ^{137}Cs 濃度の経年変動



(海洋生物環境研究所)

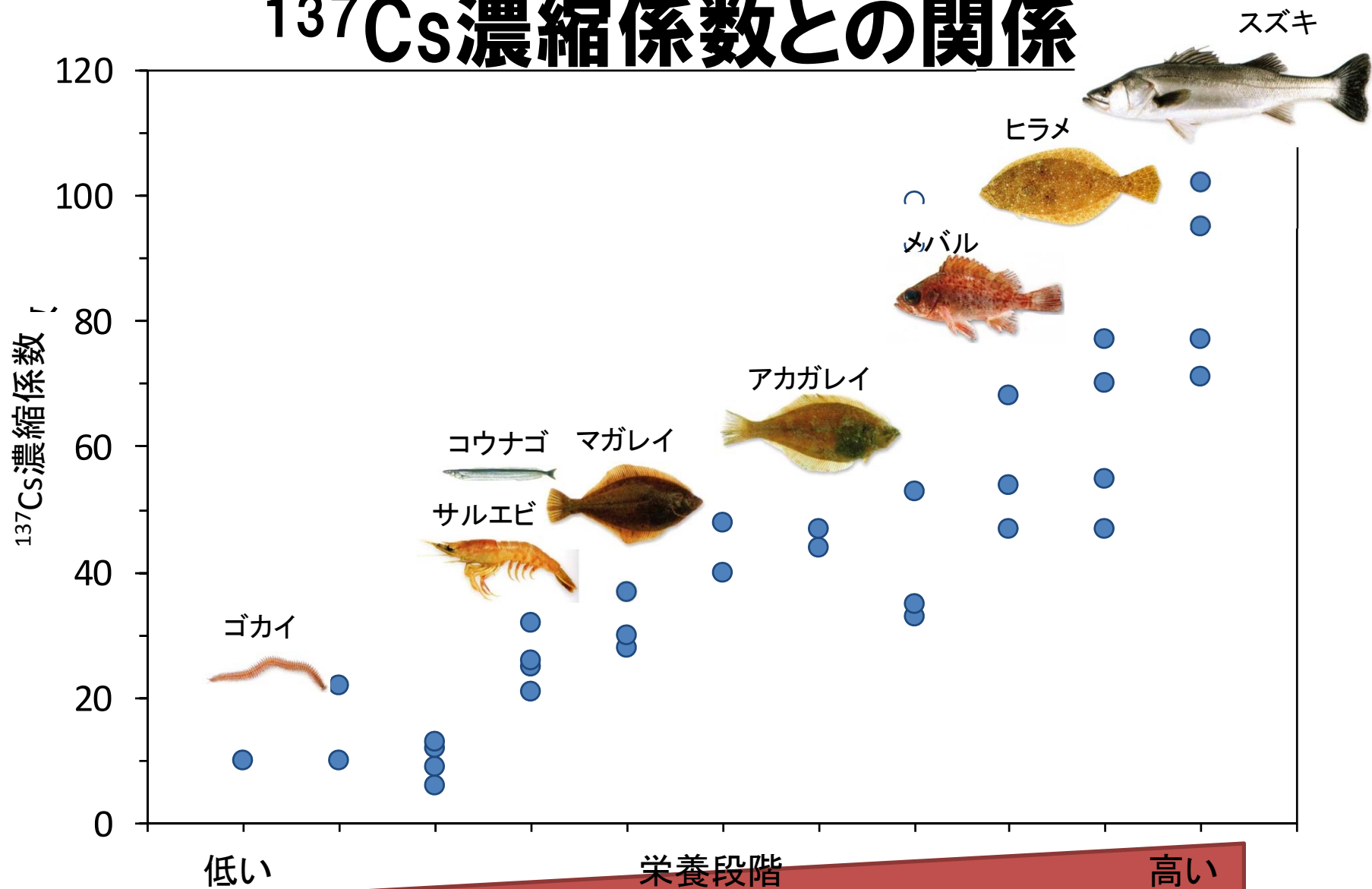
Copyright © 2012 Marine Ecology Research Institute. All Rights Reserved

海産生物試料中の ^{137}Cs 濃度の経年変動



(海洋生物環境研究所)

海産生物の栄養段階と¹³⁷Cs濃縮係数との関係



(海洋生物環境研究所)

海産生物可食部の濃縮係数

元素	魚類	甲殻類 (エビ・カニ)	軟体類 (貝類)	頭足類 (イカ・タコ)	海藻類
Cs	100	50	60	9	50
Sr	3	5	10	2	10
I	9	3	10	—	10000

(IAEA テクニカル レポート シリーズ No.422より)

水産物放射能調査の実際

ガンマ線測定のための魚試料前処理



ガンマ線測定のための試料調製



2kgをマリネリ容器に詰める



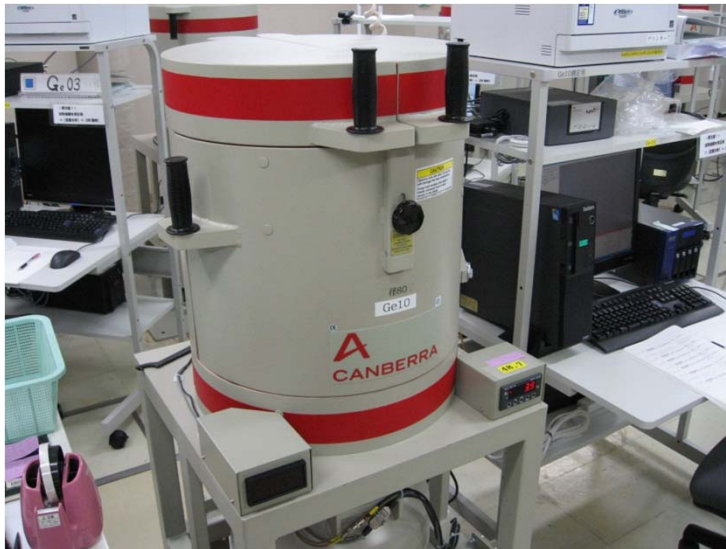
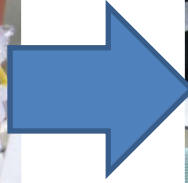
マリネリ容器を密閉する



相互汚染防止のため、
二重に袋詰めにする



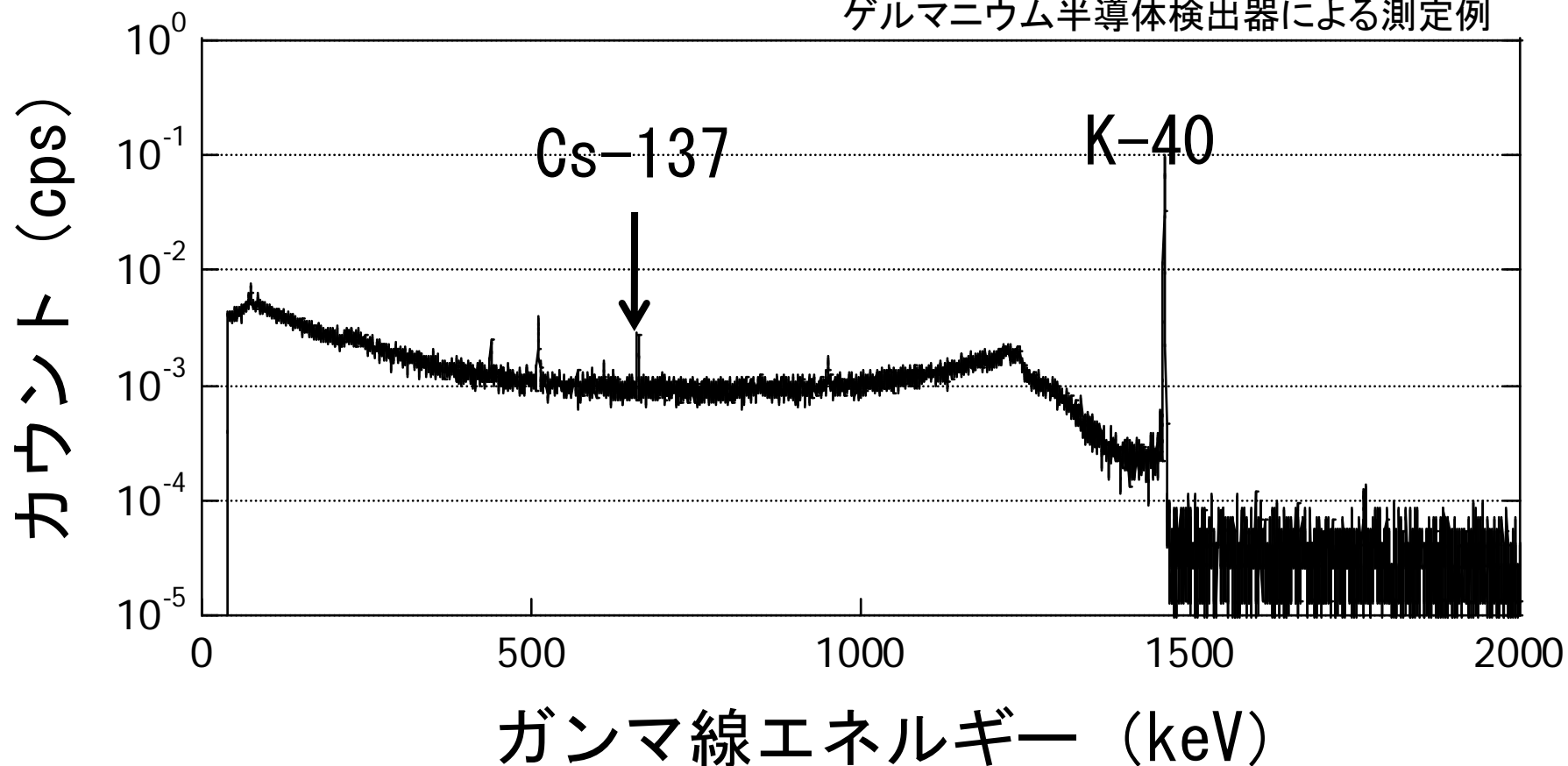
試料量が少ない場合は、小型容器へ



マリネリ容器を測定器に
セットして、ガンマ線計測
を行う
(ゲルマニウム半導体検出器)

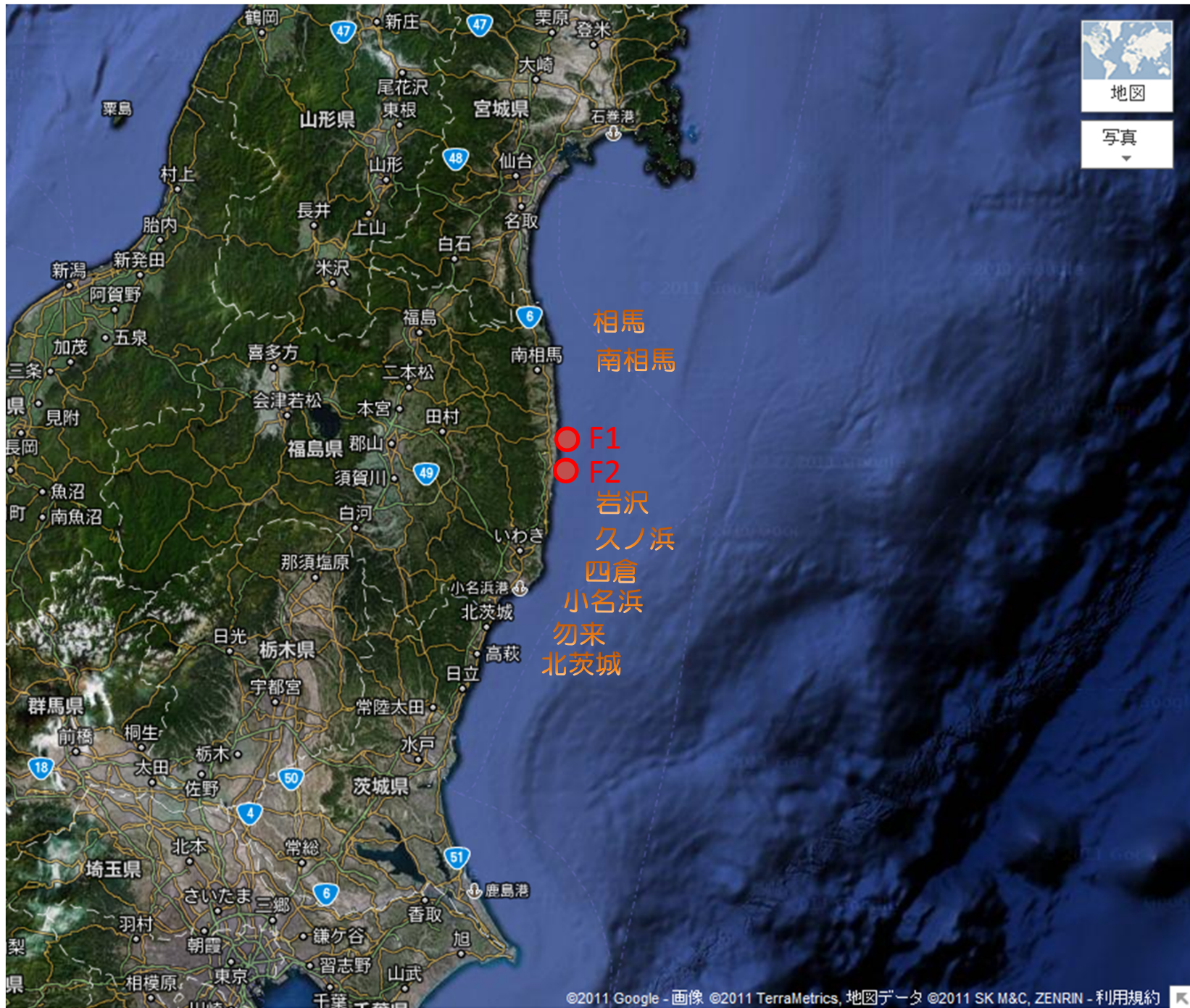
ホッケ（肉部・灰）スペクトル例

ゲルマニウム半導体検出器による測定例

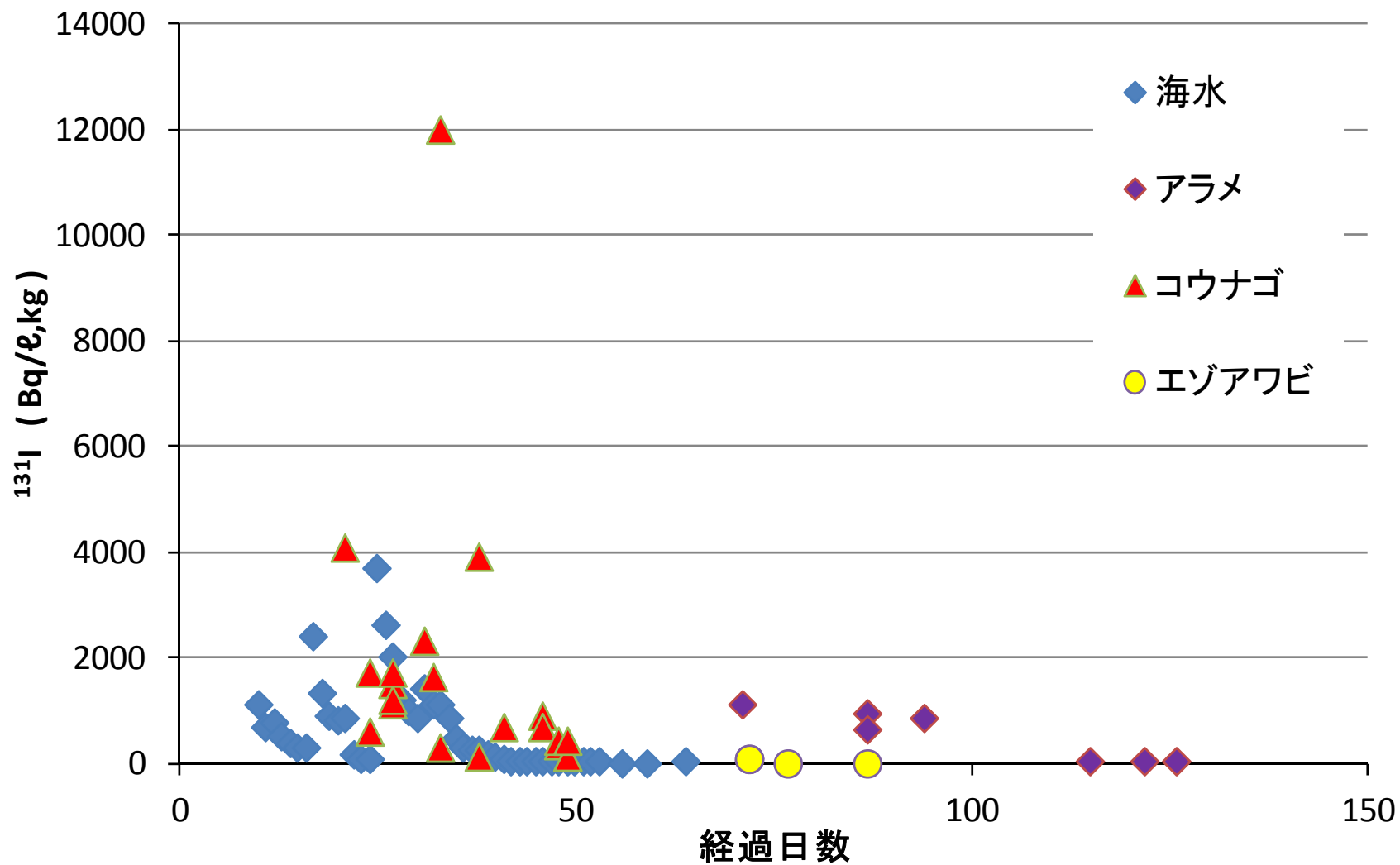


生物試料(カリウムを多く含む)は、大抵このようなスペクトルとなる

福島原発事故による海産生物の 放射能汚染

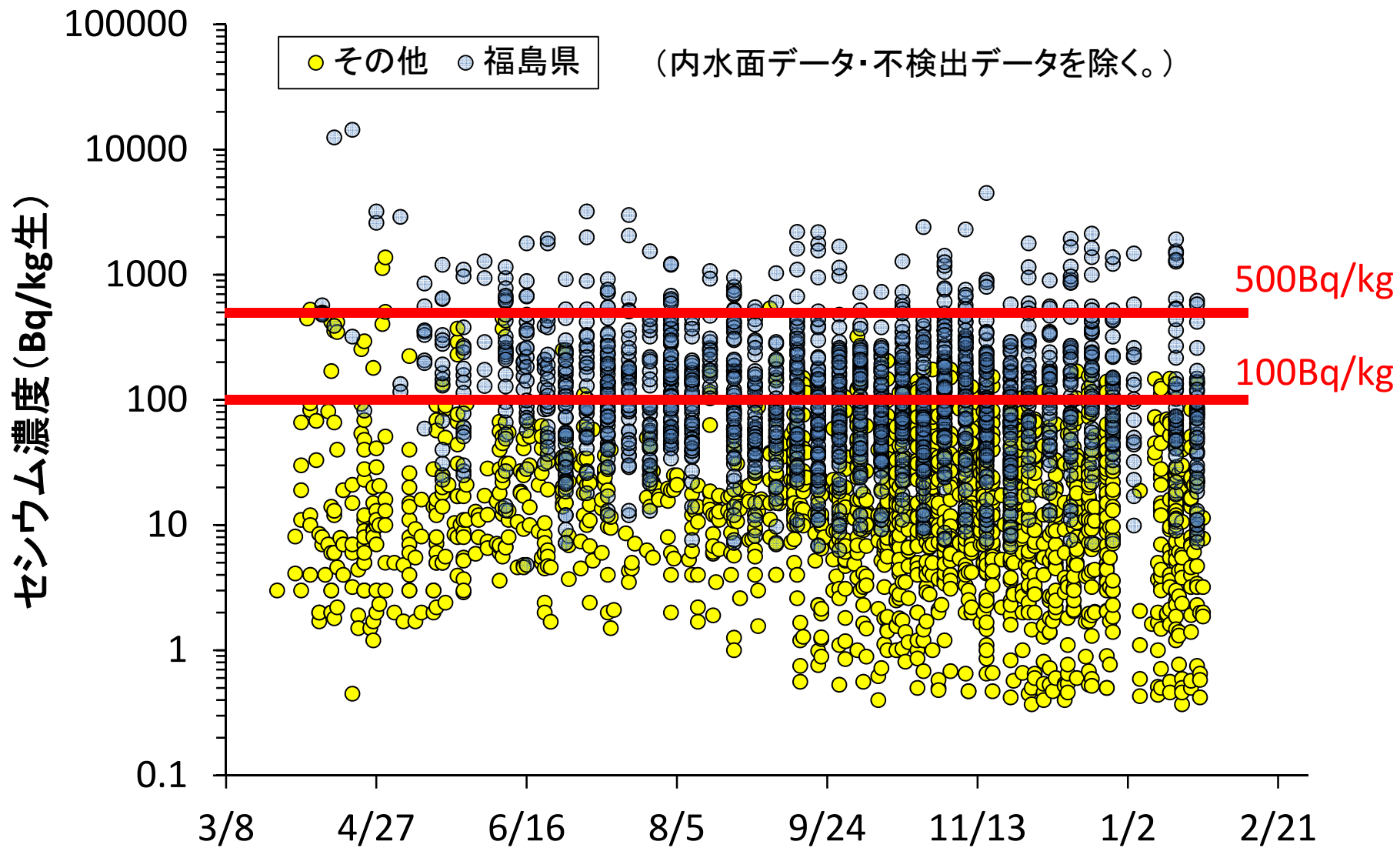


海産生物への ^{131}I の取り込み



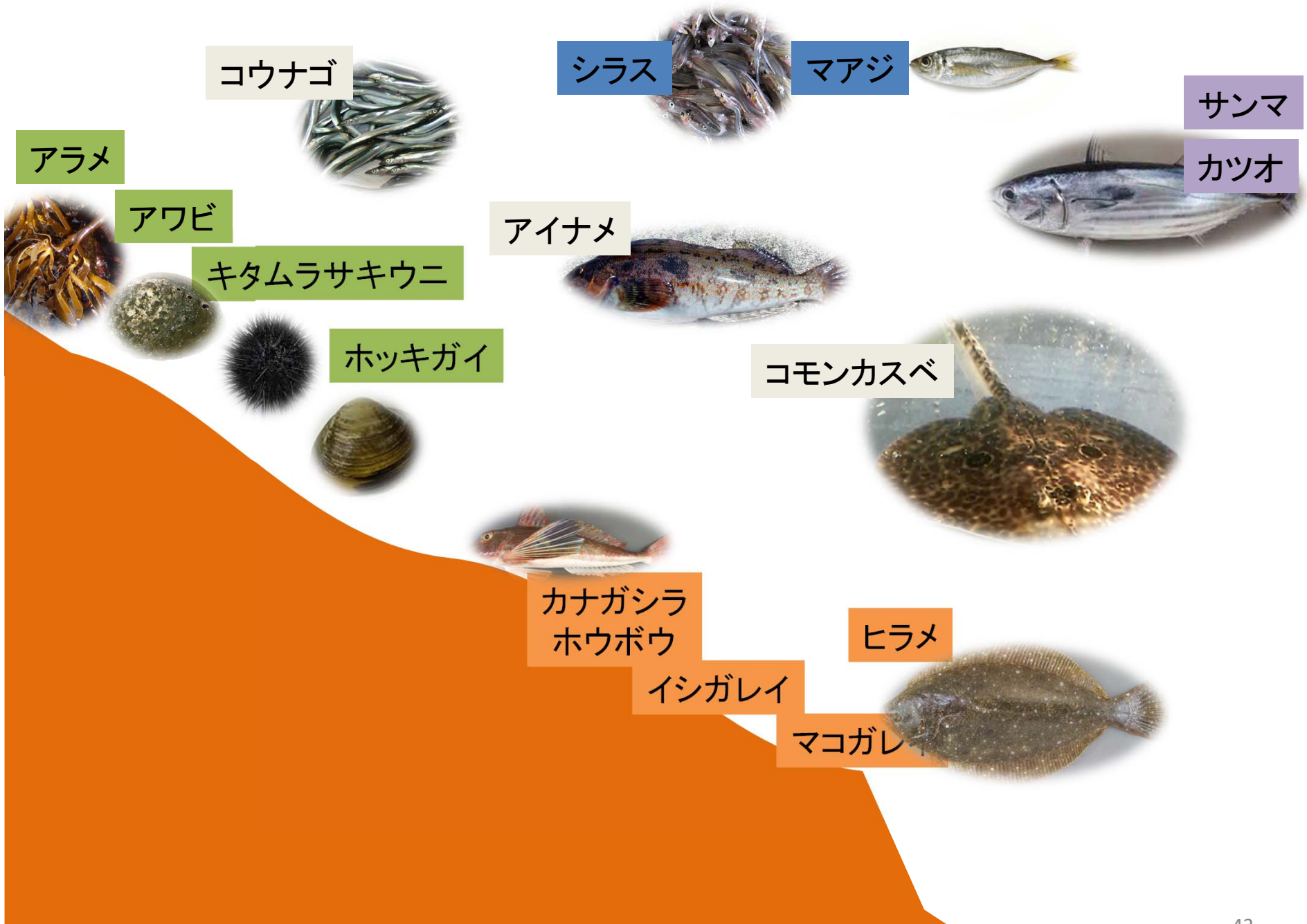
水産庁発表のデータを基に作成

Copyright © 2012 Marine Ecology Research Institute. All Rights Reserved



水産庁発表のデータを基に作成

Copyright © 2012 Marine Ecology Research Institute. All Rights Reserved



コウナゴ

シラス

マアジ

サンマ

カツオ

アラメ

アワビ

アイナメ

キタムラサキウニ

ホッキガイ

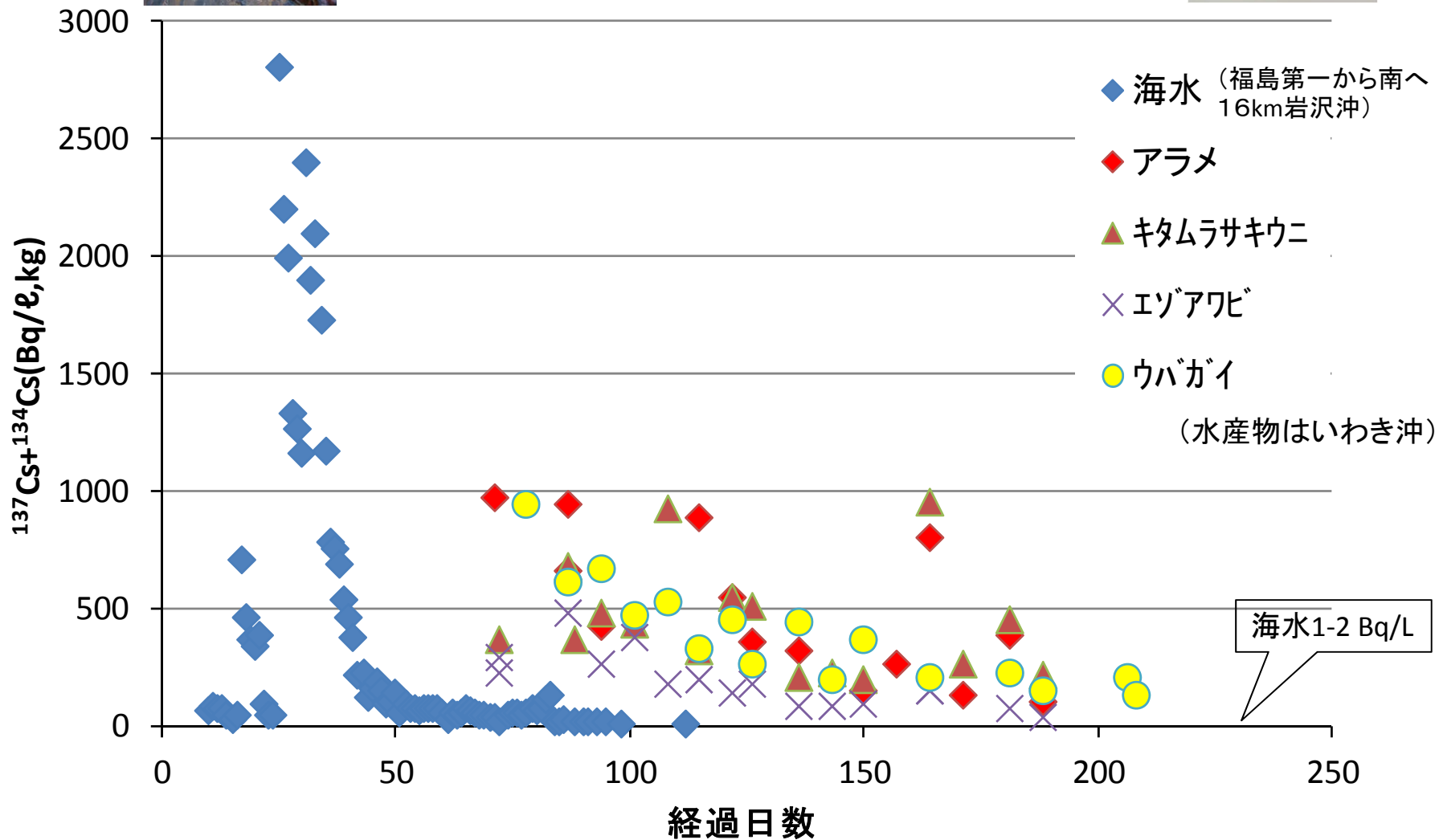
コモンカスベ

カナガシラ
ホウボウ

ヒラメ

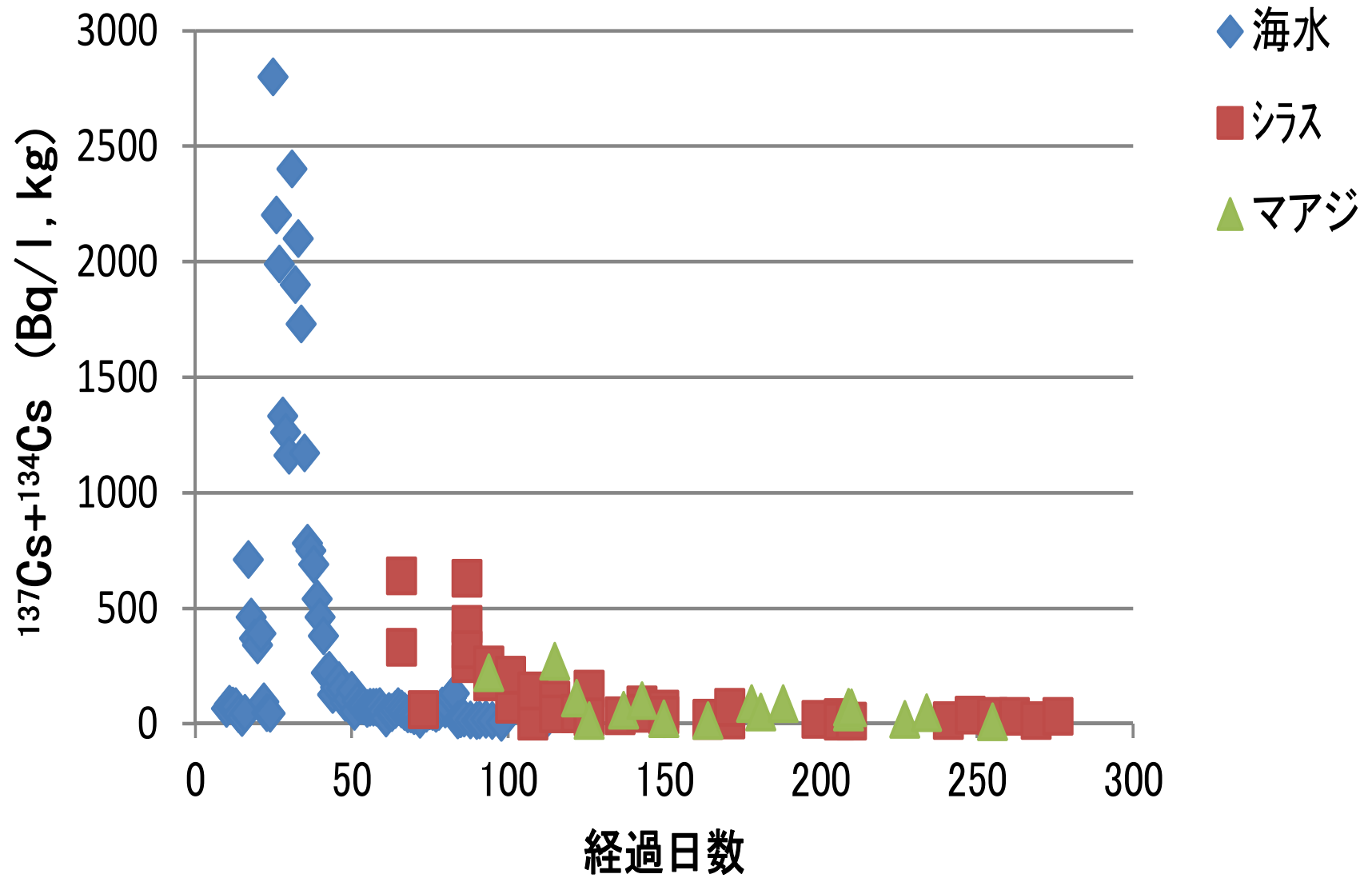
イシガレイ

マコガレイ



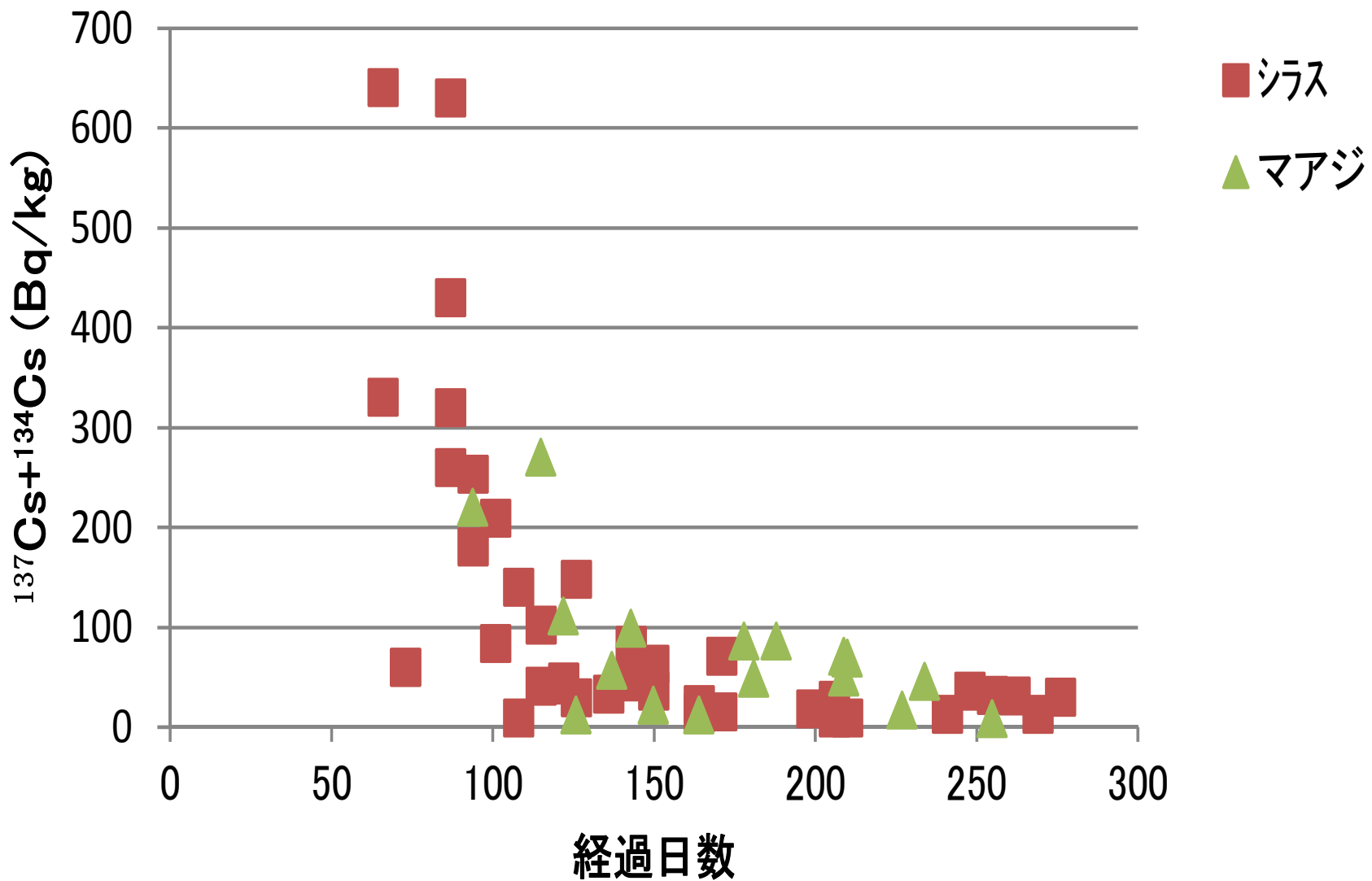
水産庁及びTEPCO発表のデータを基に作成

伊ワキ沖のシラスとマアジの放射性セシウム濃度



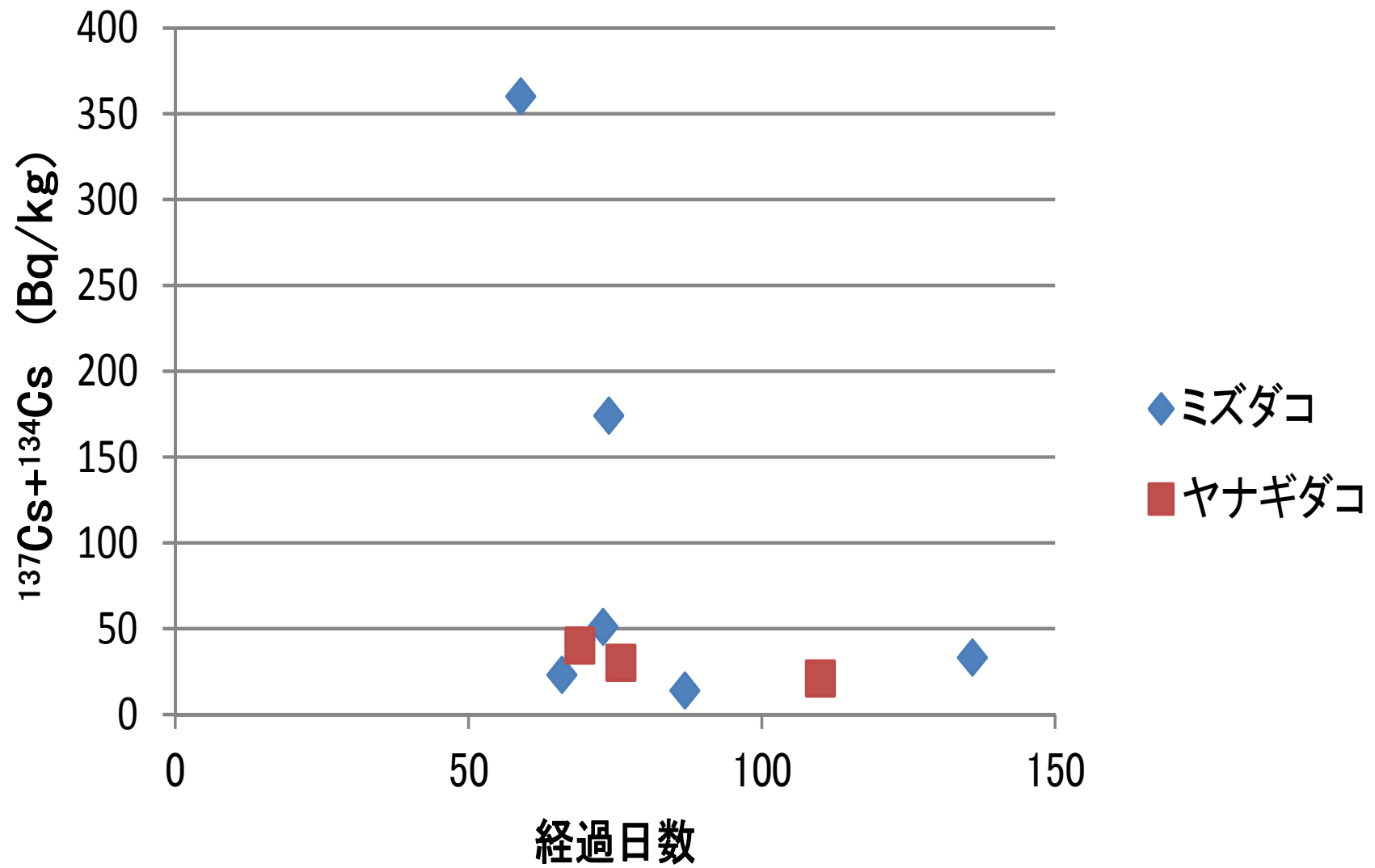
水産庁発表のデータを基に作成

伊ワキ沖のシラスとマアジの放射性セシウム濃度



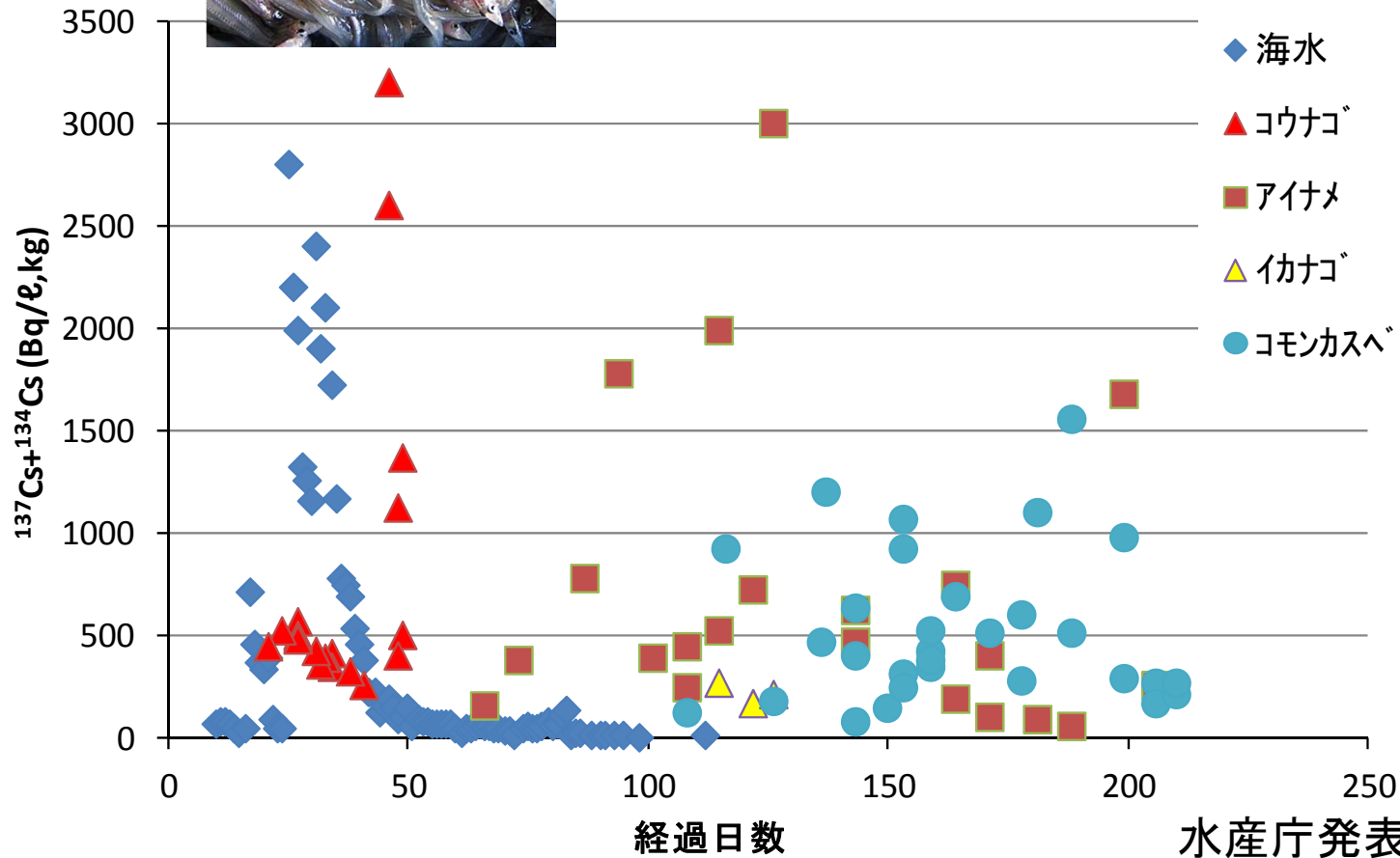
水産庁発表のデータを基に作成

いわき沖のタコの放射性セシウム濃度



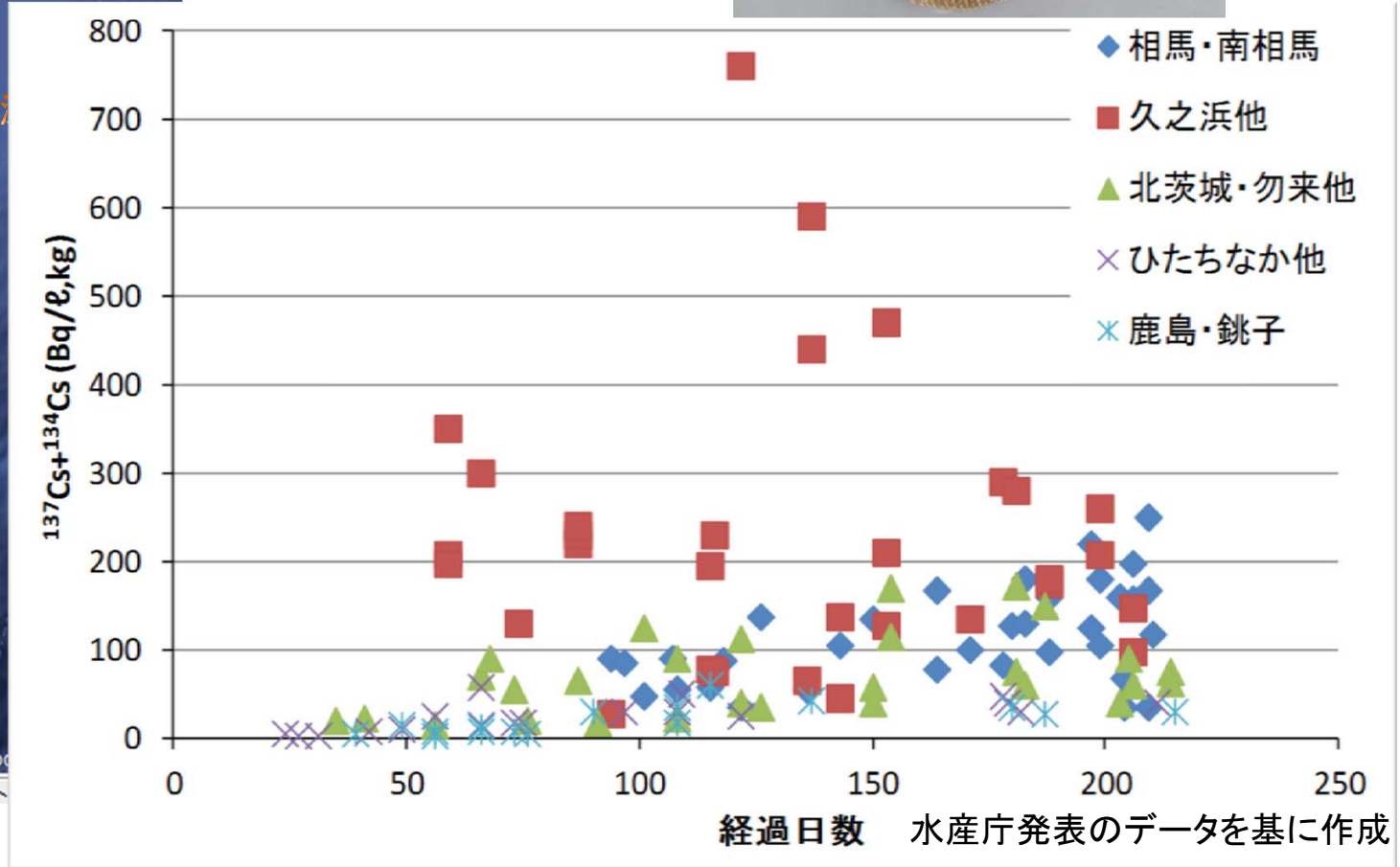
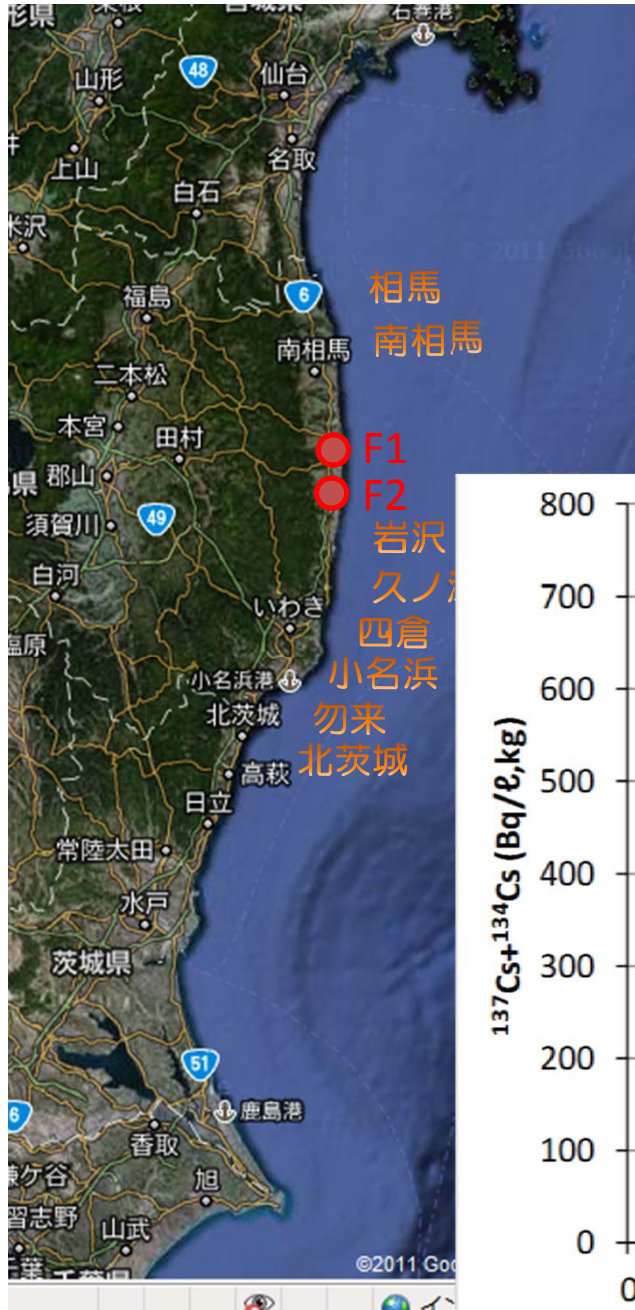
水産庁発表のデータを基に作成

食物連鎖による放射性セシウムの移行

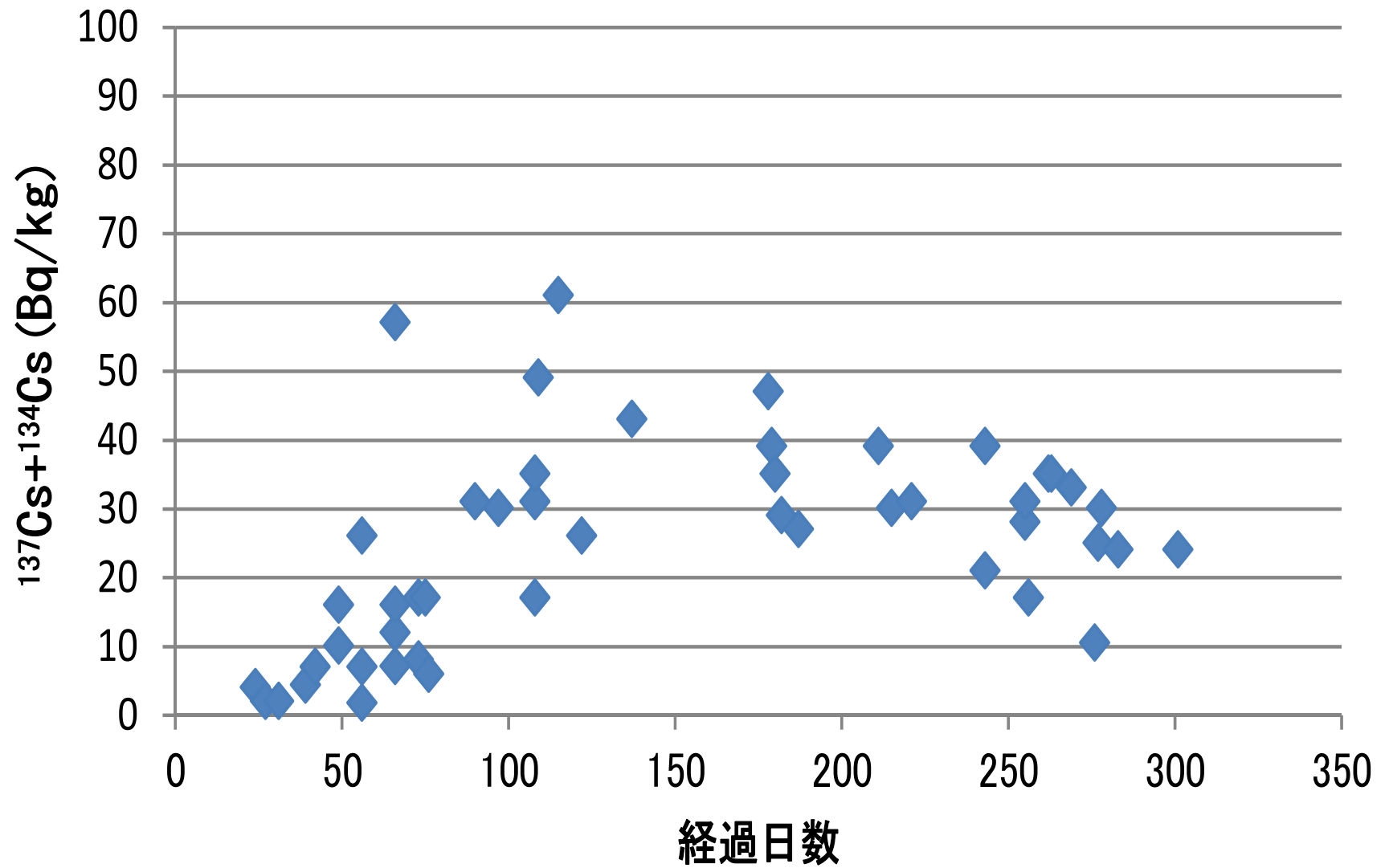


水産庁発表のデータを基に作成

ヒラメによる放射性セシウムを取り込み



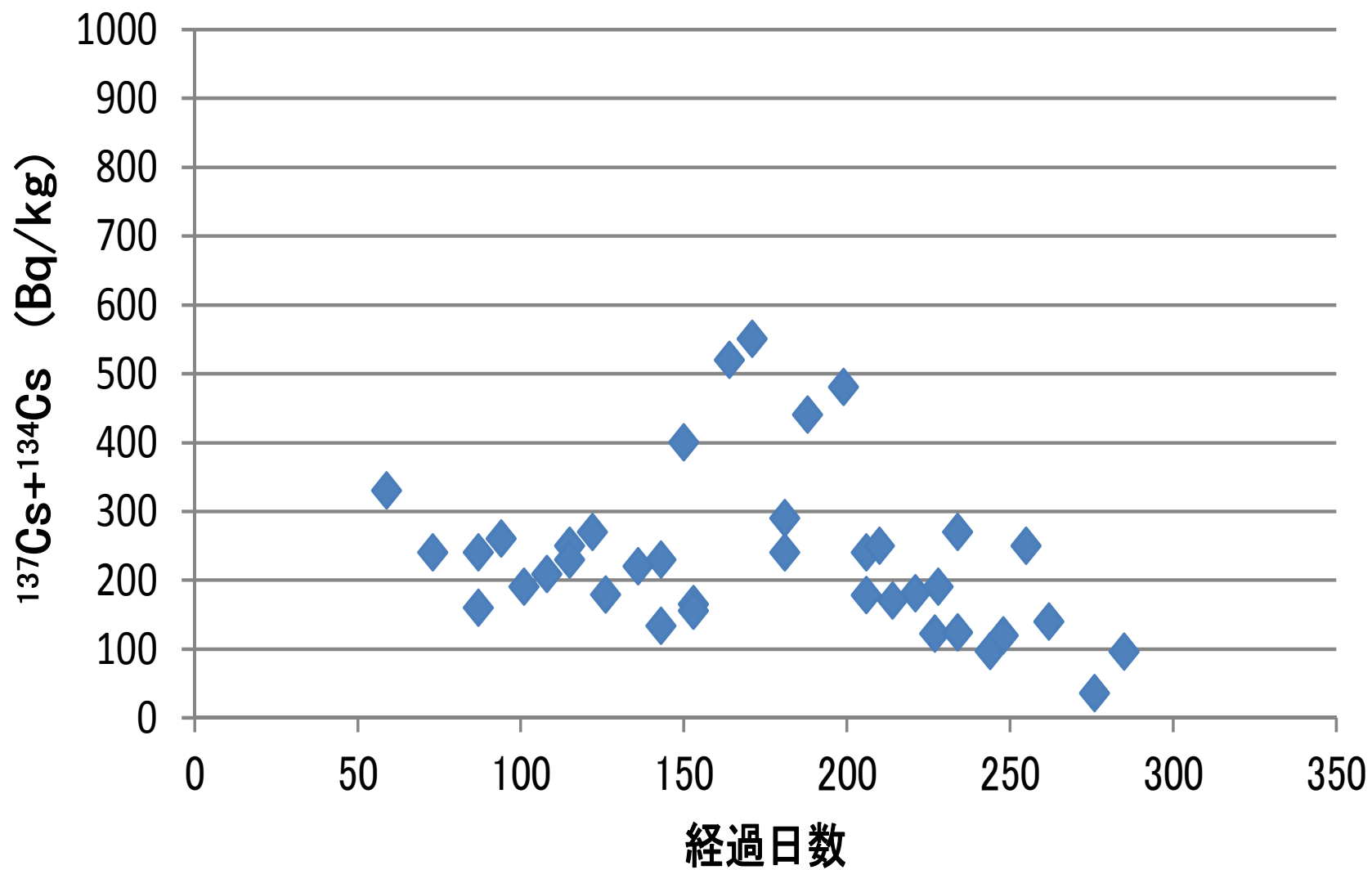
ひたちなか、鹿島、銚子沖のヒラメ



水産庁発表のデータを基に作成

Copyright © 2012 Marine Ecology Research Institute. All Rights Reserved

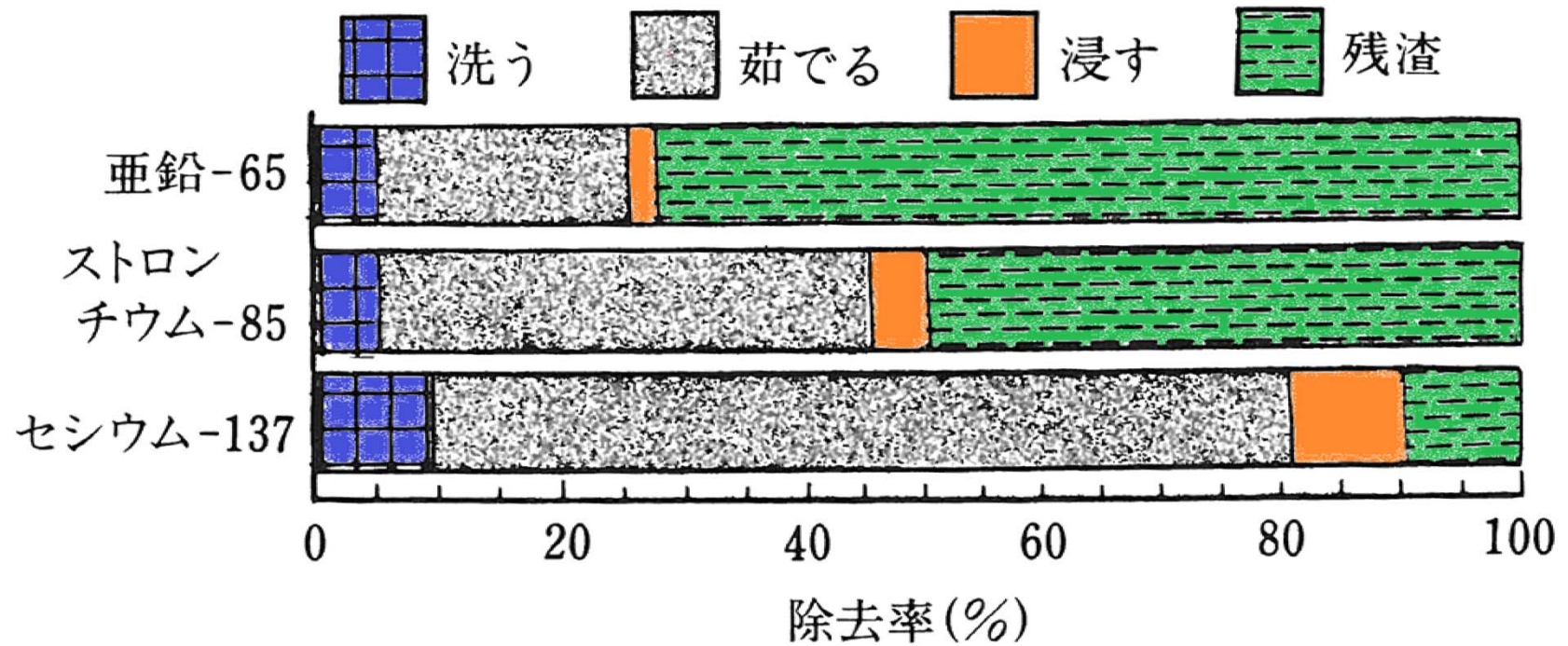
いわき沖のマコガレイの放射性セシウム濃度



水産庁発表のデータを基に作成

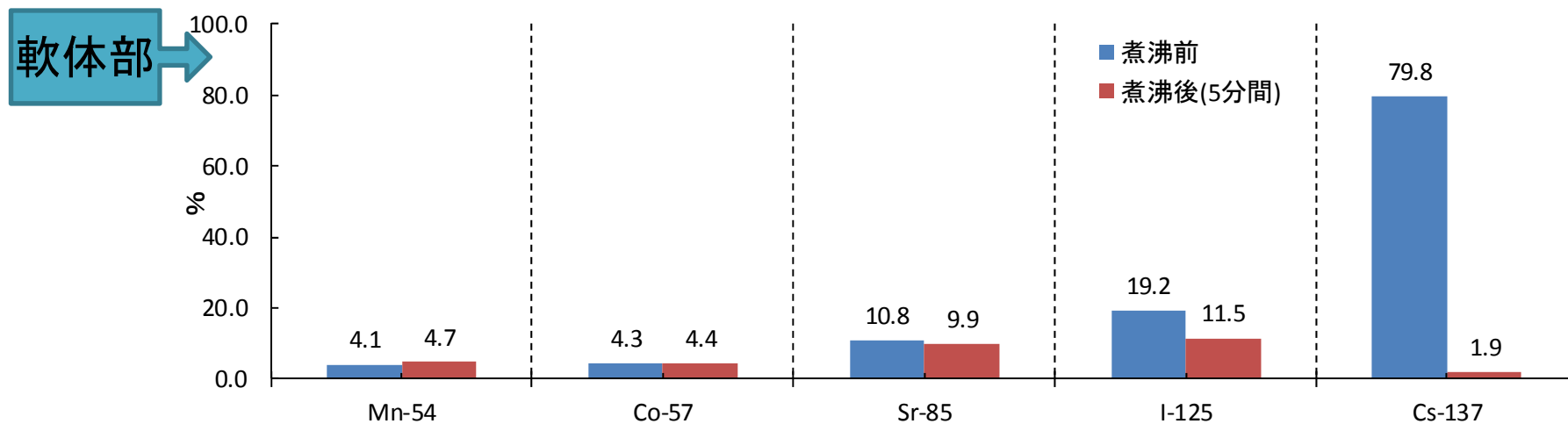
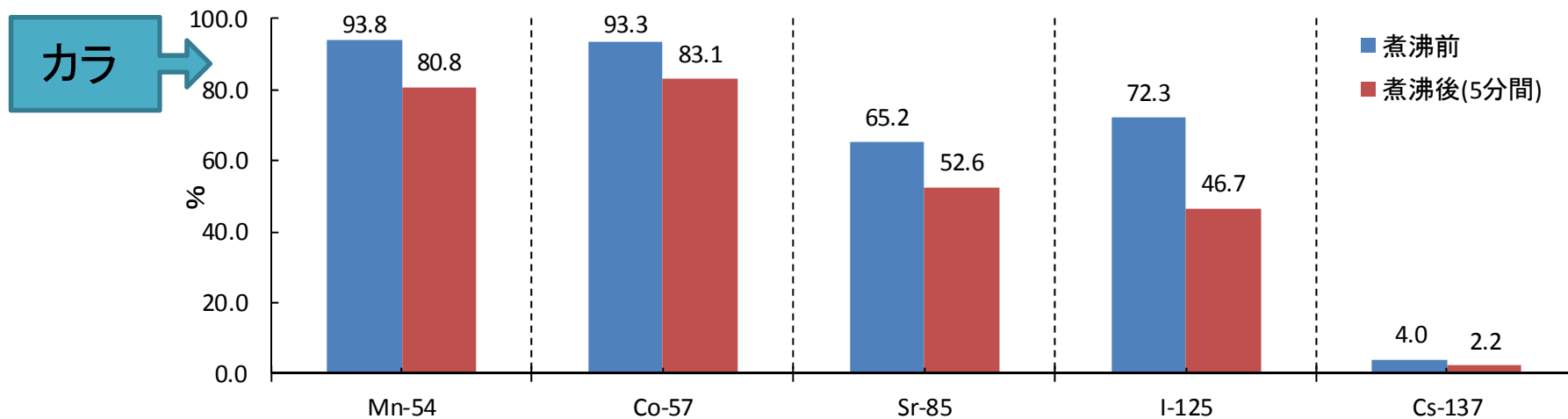
食品からの放射性物質の除去

調理過程における小松菜からの放射性物質の除去



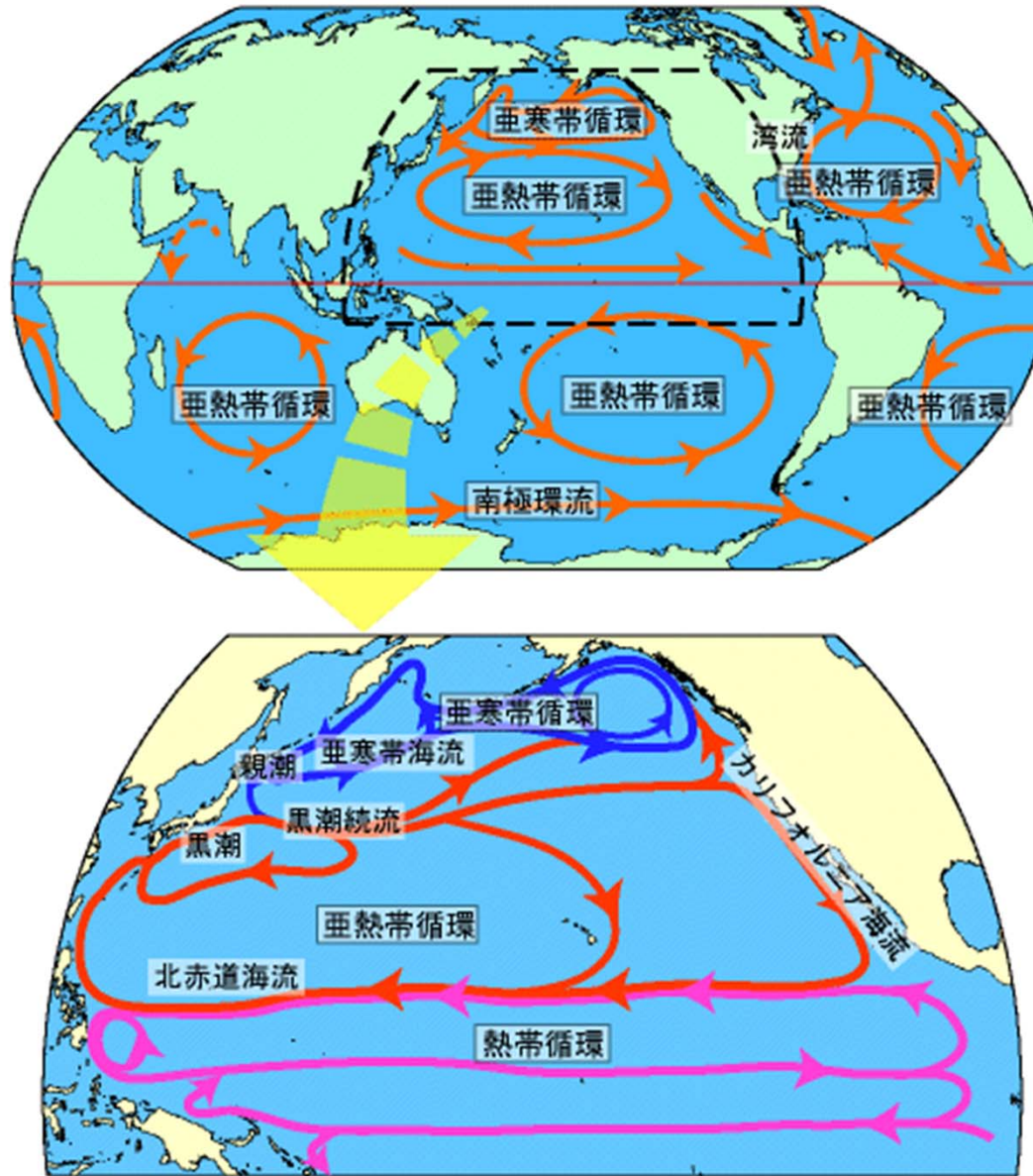
「放射能と人体」より

シジミ調理による放射能分配 (%) の変化



(中原 未発表)

今後の海水中¹³⁷Cs濃度の予測

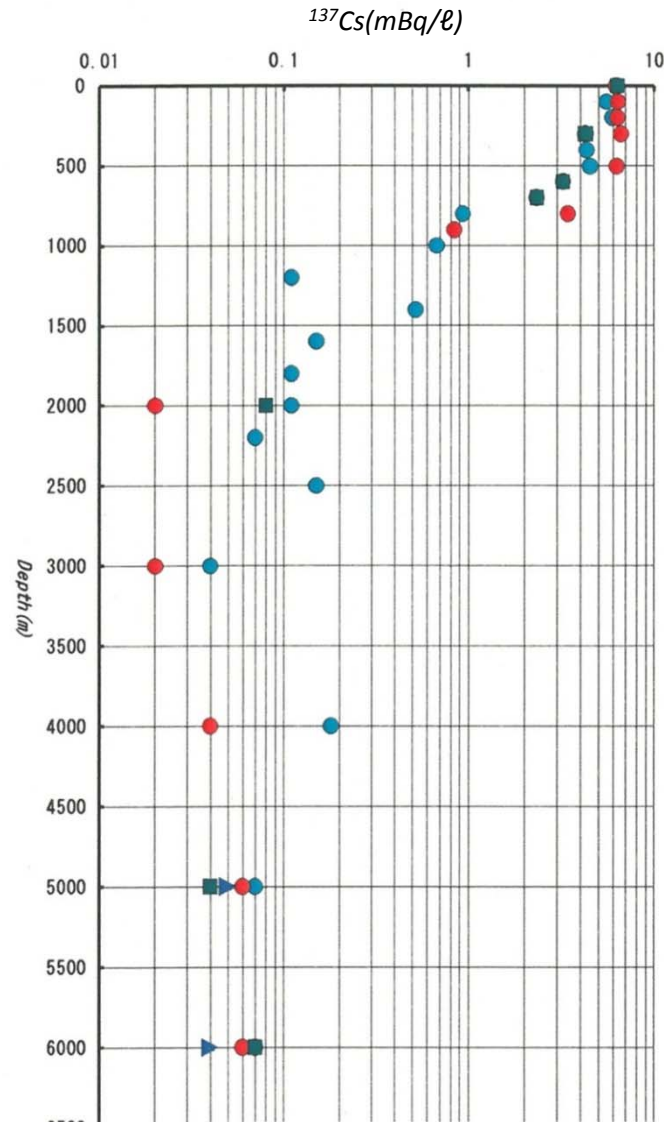


海洋表層の循環の模式図

(北半球冬季における循環を模式化)

気象庁HPより <http://www.data.kishou.go.jp/db/obs/knowledge/circulation.html>

海水中の ^{137}Cs の深度分布



長屋ら(1981)、海上保安庁水路部
報告から作成

海水への ^{137}Cs の拡散の予測

海への ^{137}Cs の放出量(仮定) : 1.0×10^{16} Bq

太平洋の水深500mまでの海水量 : 面積 \times 水深500m = 8.0×10^{19} ℓ

海水の ^{137}Cs 濃度 : 放出量 \div 海水量 = 0.13 mBq/ℓ

1965年の日本近海の ^{137}Cs 濃度 : 11.1~18.5 mBq/ℓ

魚の筋肉の ^{137}Cs 濃度 : 0.16~1.24 Bq/kg生

(放医研サーベータ集より)

2010年の日本近海の ^{137}Cs 濃度 : 0.49~1.9 mBq/ℓ

魚の筋肉の ^{137}Cs 濃度 : 0.034~0.22 Bq/kg生

(海生研平成22年度海洋環境放射能報告書より)

まとめ

- 身の回りには、結構放射線や放射性物質は存在する。
- 生物に取り込まれた放射性物質は安定元素と同様に代謝されて排出される。
- 食品からの放射性セシウムの除去は比較的容易である。
- 事故により海洋に入った放射性セシウムは、最終的に事故以前の海水レベルを少し押し上げると予測される。
- 海産生物、淡水生物ともに減少傾向が見られるが、今後も環境の放射能をしっかりと監視する必要がある。