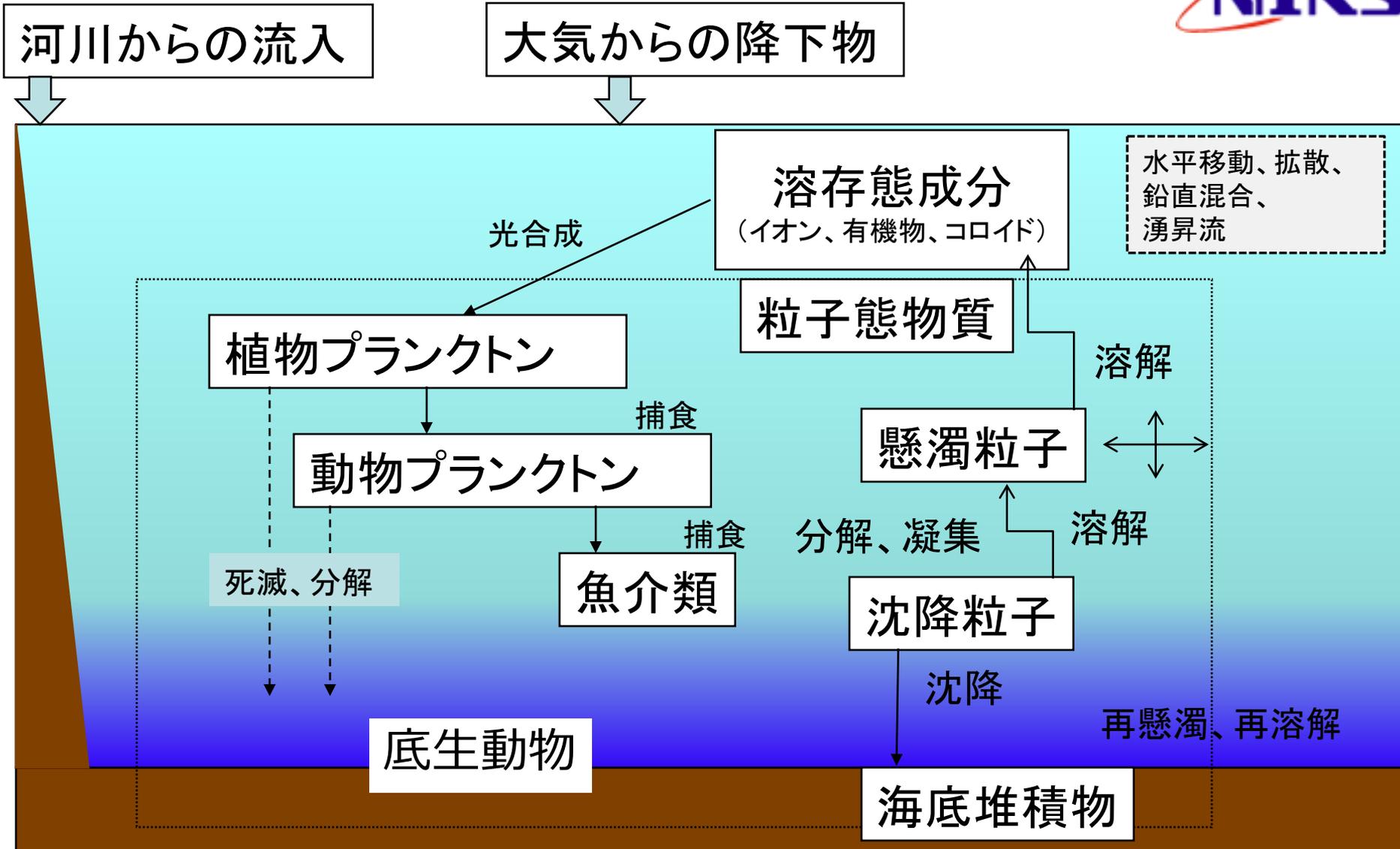


海洋における放射性物質について

- (1) 海洋における物質の挙動について
- (2) 東日本太平洋沿岸の海水の動きについて
- (3) 海産生物濃縮 一水槽実験の結果から一
- (4) 海産生物の濃縮係数について
- (5) まとめ

(独)放射線医学総合研究所
放射線防護研究センター
運営企画ユニット 防護ネットワーク推進室

調査役 青野 辰雄
<t_aono@nirs.go.jp>



- ・海洋における物質の挙動は複雑である。
- ・元素や存在状態毎に挙動は異なる。

(1) 海洋における物質の挙動について：海洋における元素の存在状態1



The MBARI Chemical Sensor Program
海洋における元素周期律表
 Periodic Table of Elements in the Ocean

[Chemical Sensor Home Page](#) [About the Periodic Table](#)

Ocean currents, chemistry and biology interact to control the [horizontal and vertical distribution](#) of elements in the ocean. Click on an element to find its distribution.
 The elements that we study are shown in red.

NOTE: JavaScript and Pop-Up Windows Required

Group	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Period																			
1	H																	He	
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne	
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar	
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
6	Cs	Ba	*	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	**																
*Lanthanides Rare Earth Elements			*	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb		
**Actinides			**	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu										

セシウム (Cs)

Atomic number:	55
Atomic weight:	132.9054
Average concentration in ocean:	2.3 nmol/kg
Residence time:	330,000 years

海洋における分布:

海洋においてセシウムは、保存的な分布を示す。濃度は相対的に鉛直や水平方向において相対的に一定である。

存在状態:

海水中でセシウムはCsイオンとして存在する。

ヨウ素 (I)

Atomic number:	53
Atomic weight:	126.9045
Average concentration in ocean:	460 nmol/kg
Residence time:	340,000 years

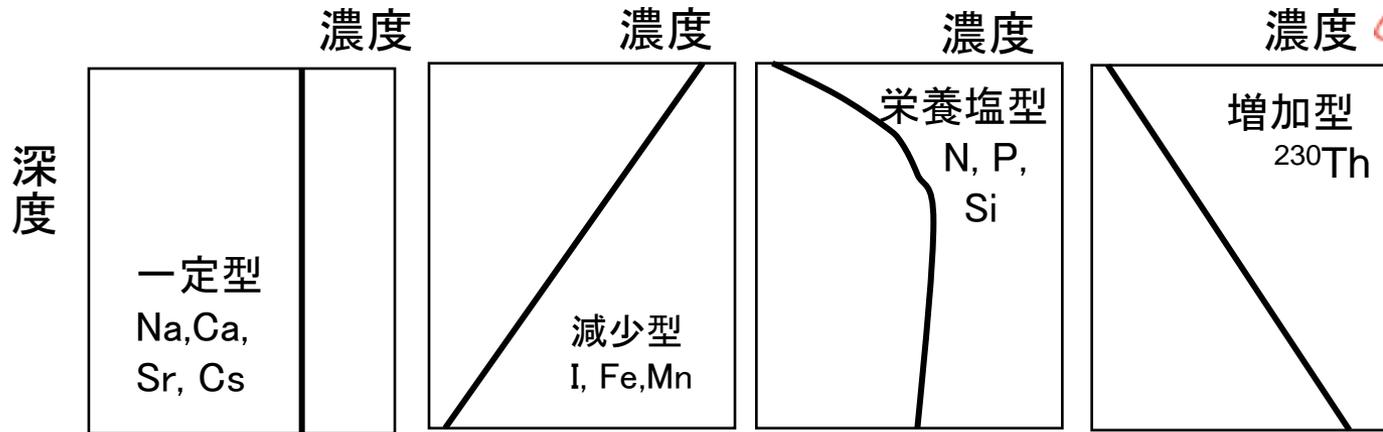
海洋における分布:

ヨウ素イオンは表層で高い濃度を示す。ヨウ素酸イオンは、表層でわずかに少ないが、ほぼ一定の分布を示す。

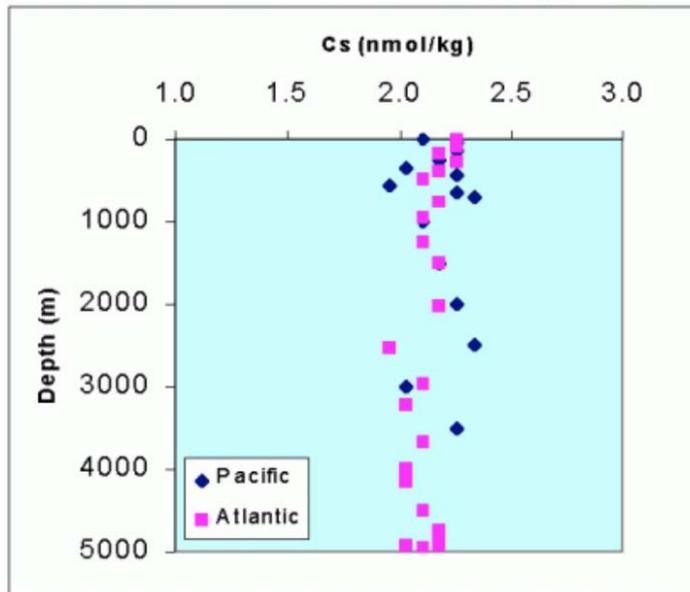
存在状態:

海水中ではヨウ素酸イオンとして安定した存在状態を示す。しかしながら、有光層ではヨウ素イオンへ生物活動により還元される。

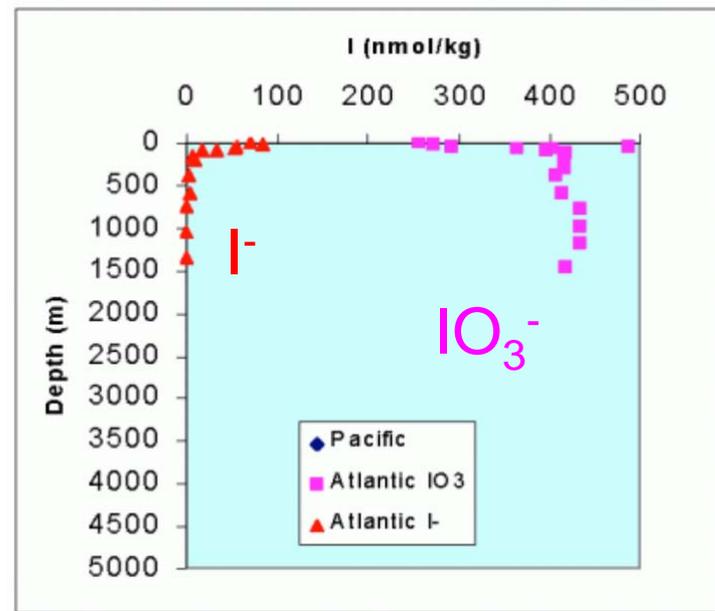
(1) 海洋における物質の挙動について：海洋における元素の存在状態2



海洋における元素濃度の深度分布パターン

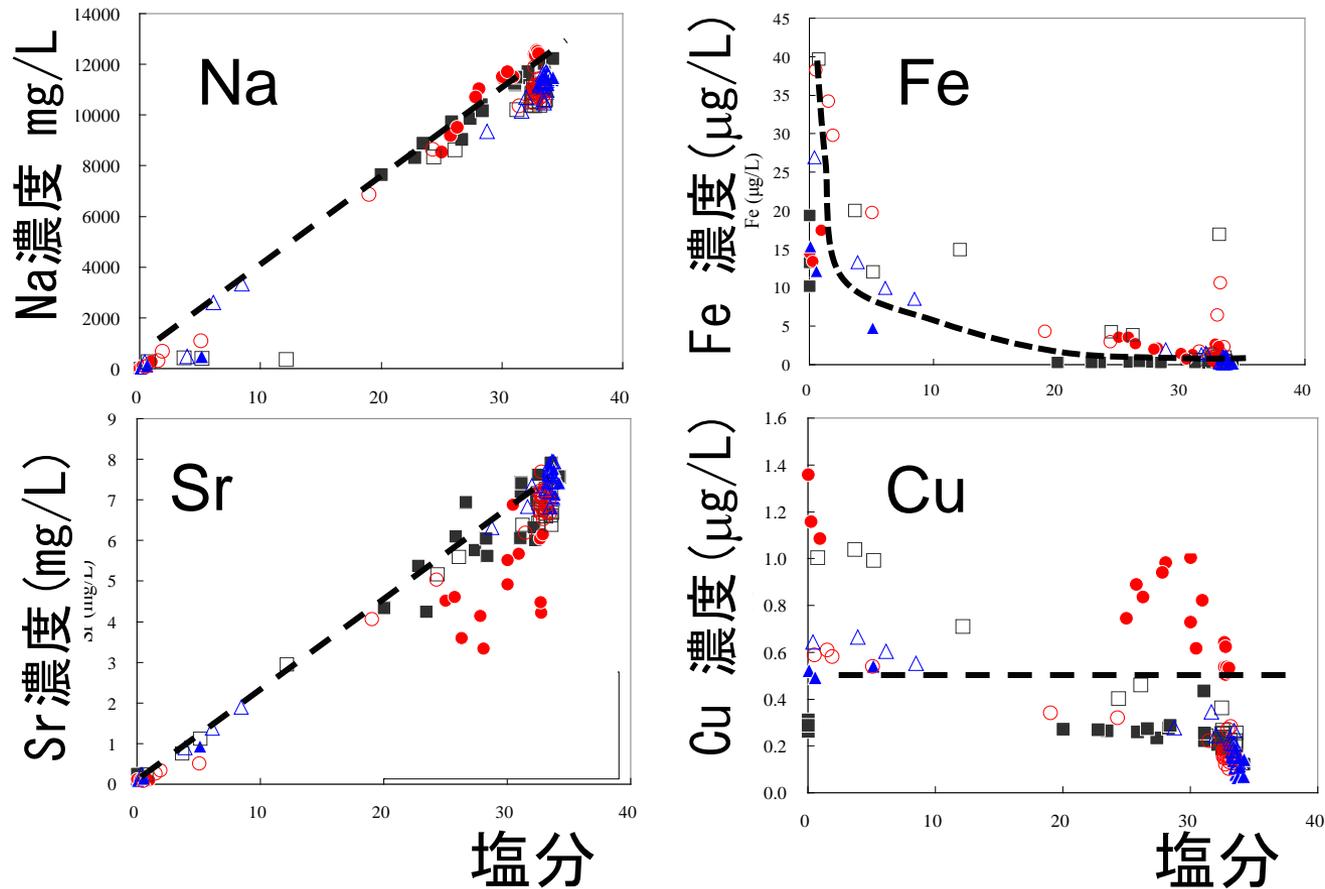


海水中のCs濃度の深度分布



海水中のI濃度の深度分布

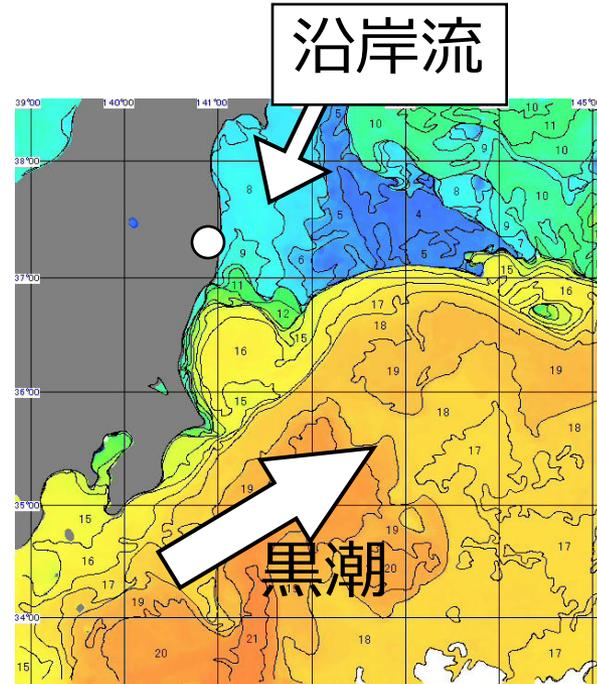
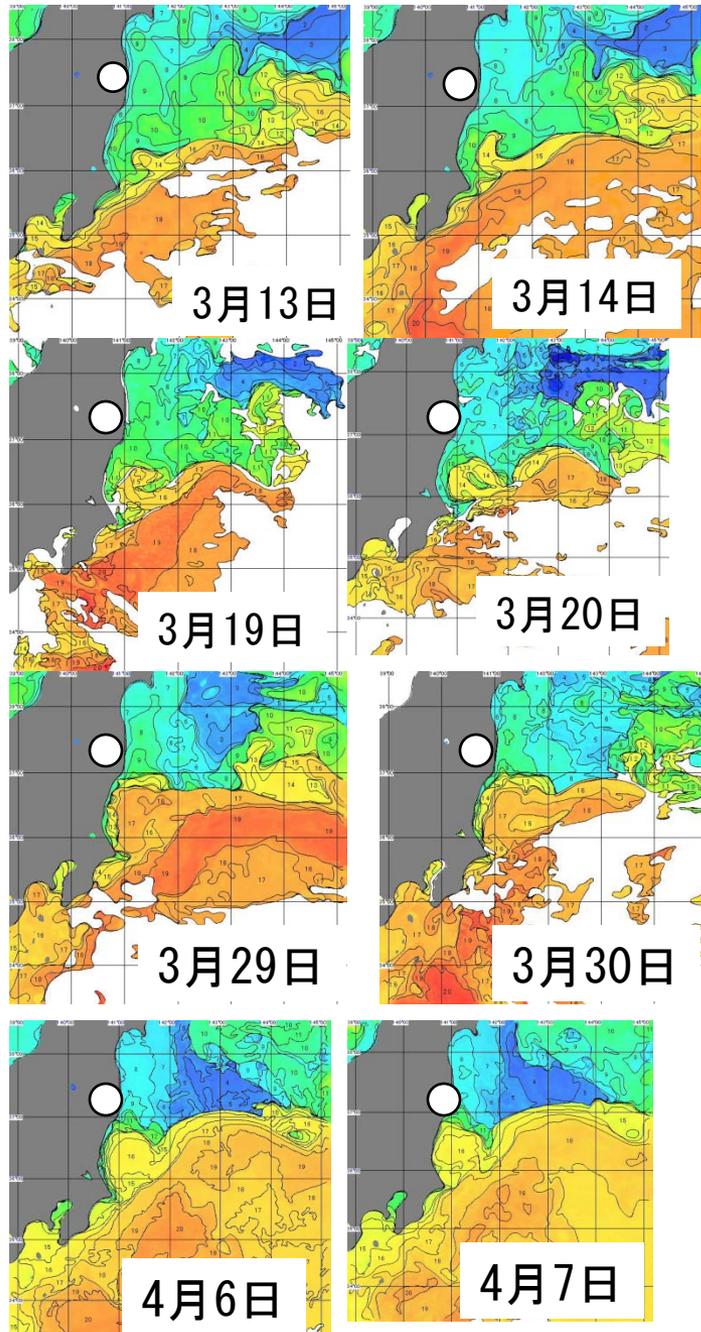
(1) 海洋における物質の挙動について：海洋における元素濃度1



塩分に対する元素濃度の相関性について

- ・アルカリ、アルカリ土類元素濃度は、塩分に比例している。
- ・鉄、アルミニウム、マンガン等は河川水中濃度は高い。海水と混合すると濃度が減少する
- ・重金属でも銅のように、河川水や海水中で濃度が大きく変化しないものもある。

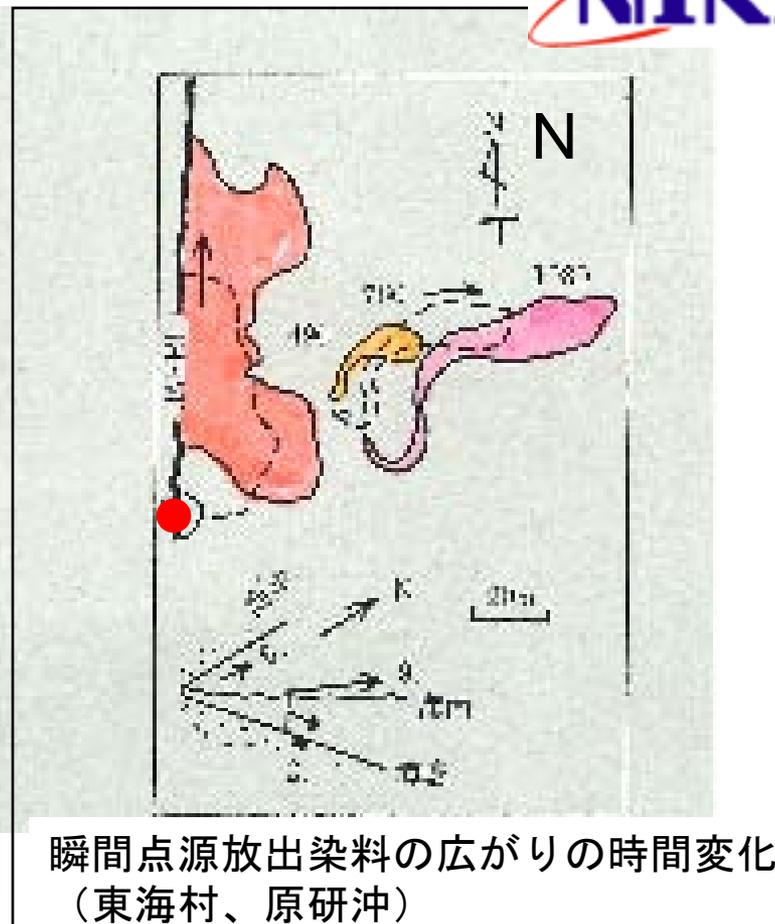
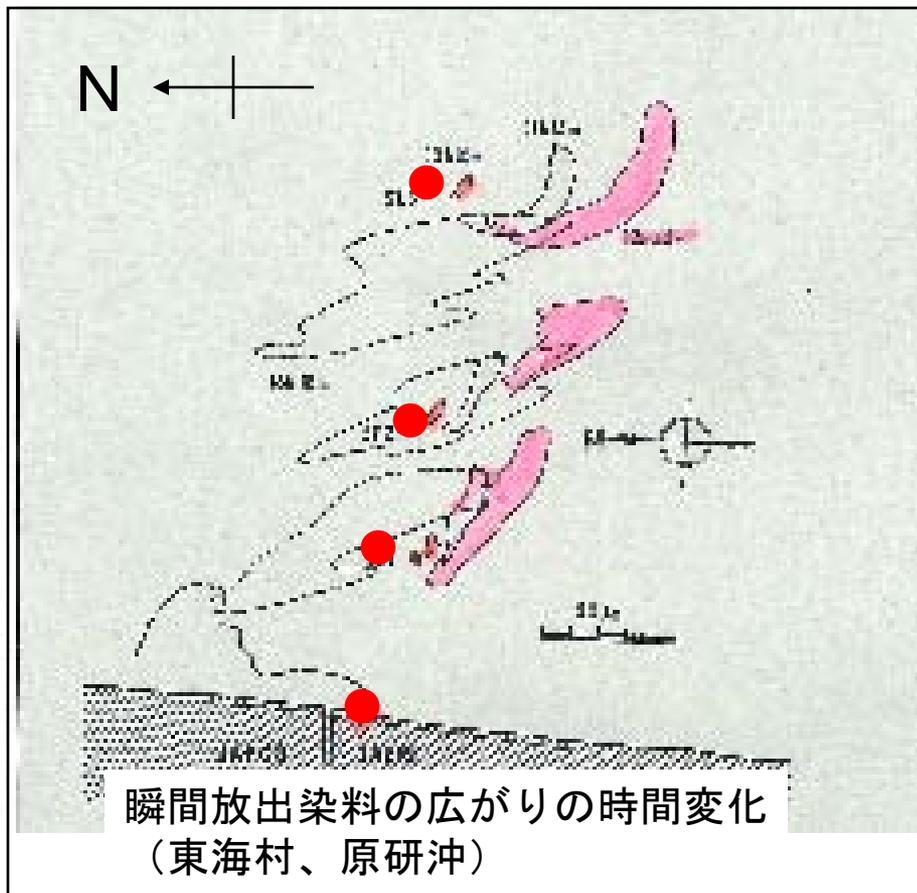
(2) 東日本太平洋沿岸の海水の動き：NOAA-AVHRR衛星水温画像データ



- ・ 津軽暖流水が南下する。
- ・ 河川水は、右に曲がる傾向が強い（自転の影響）。
- ・ 茨城-東北沖は、東西よりも南北の流れが強い。
- ・ 流速20cm/sの場合は、1日に17km移動することになる。

画像作成・発行；茨城県水産試験場漁業無線局 データ提供；漁業情報サービスセンター(JAFIC)
 協力；リモートセンシング推進委員会、リモートセンシング技術センター(RESTEC)、宇宙航空研究開発機構(JAXA)

(2) 東日本太平洋沿岸の海水の動き：拡散について



海洋拡散の主な要因：

- ・ 海流（海流、吹風流、沿岸流、湧昇流、乱流、潮汐流）
- ・ 風向と風速
- ・ 海底地形

(3) 海産生物濃縮 一水槽実験の結果から (1) ー

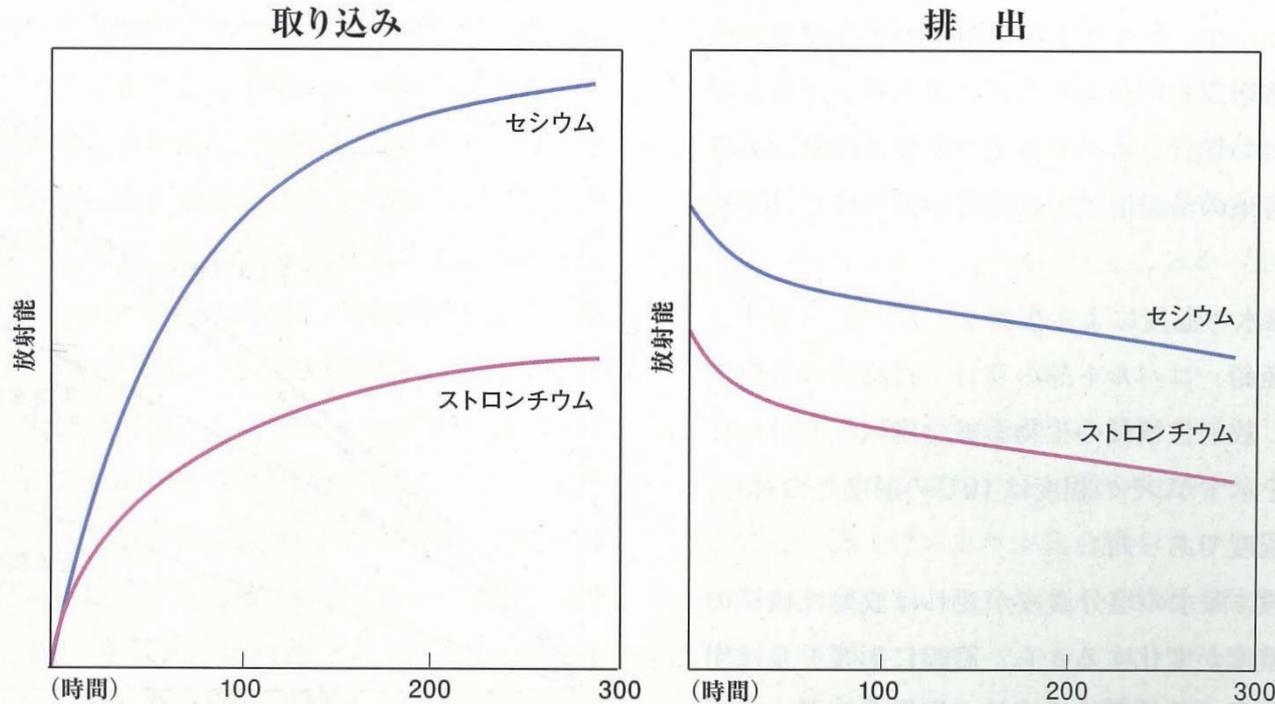


図4: シラスの放射性物質「取り込み」と「排出」

「環境放射能-挙動・生物濃縮・人体被ばく線量評価-佐伯誠道 編 (ソフトサイエンス社) 1984年発行」

- ・ 大きい魚より小型魚（シラス）の方が、セシウム-137の取込み速度が早い。
- ・ ヒラメ、カレイやウナギでも同様の報告がされている。
- ・ 魚介類体内へ取込まれた放射性核種は、代謝により排出される。
- ・ 魚類への取り込みに関与する要因は、環境要因、魚類の性質、食性の違い等が寄与すると考えられる。
- ・ 高濃度の放射性物質を含む海水に魚が触れても、直ちに濃縮はしない。

メジナの取込み実験の結果

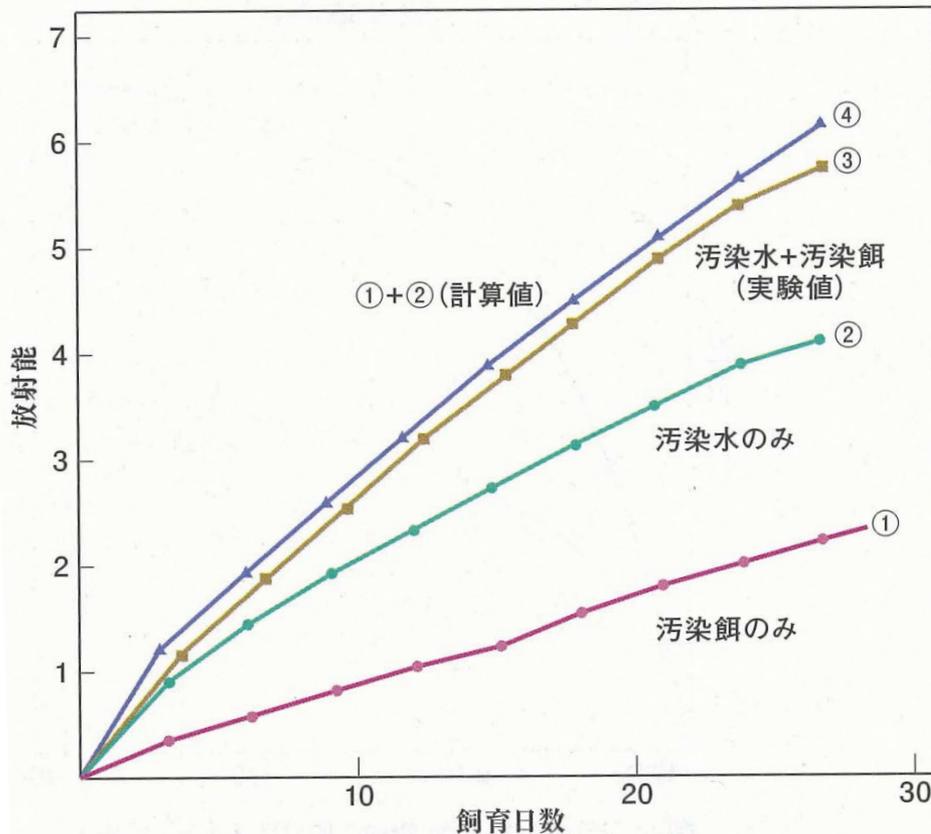


図3: メジナのセシウム-137の取り込み

- ・ 1: 餌のみ、2: 海水のみにCs-137を添加し、取込み実験を行なった。その取込み量を合計した計算値が4である。
- ・ 3: 餌と海水にCs-137を添加し、取込み実験を行なったところ、計算値とほぼ一致する結果が得られた。
- ・ つまり、Csは餌と海水から摂取されることが明らかとなった。なお、砂泥の影響は小さかった。他にも、コイの骨中のSr-90でも筋肉中のCs-137でも同様の結果が得られている。
- ・ 体内への濃縮には時間を要する。

(3) 海産生物濃縮 —水槽実験の結果から (3) —

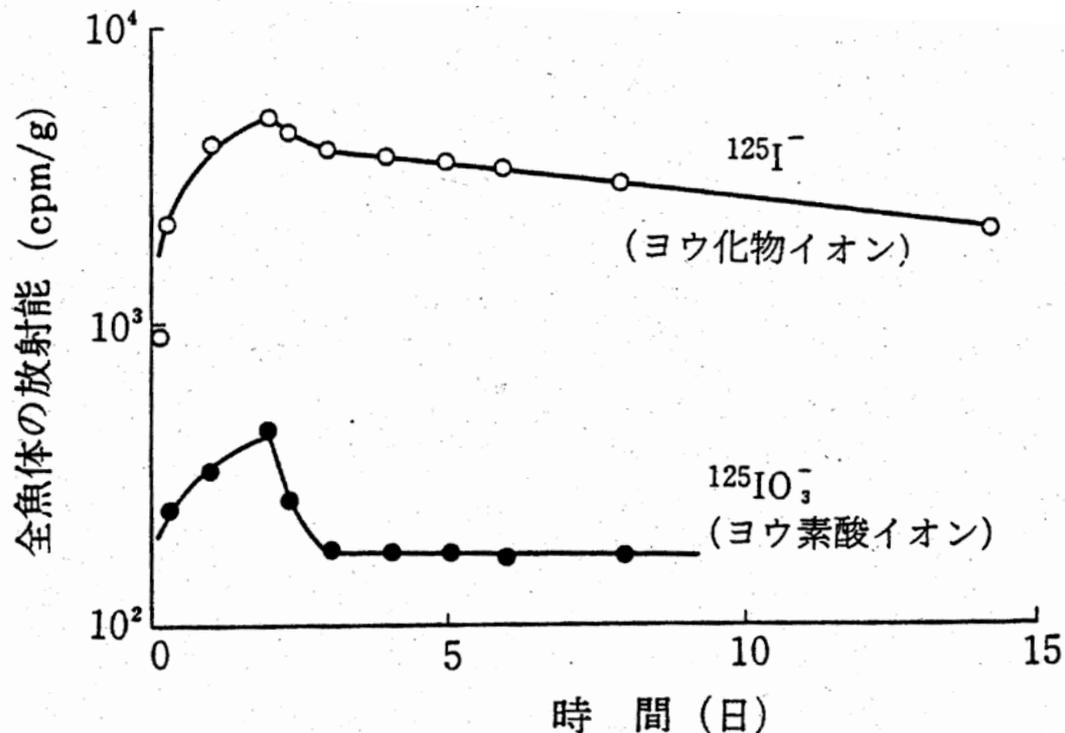


図4・38 ドロメ *Chamichthys gulosus* による ^{125}I の取り込み排出に対する化学形の影響²³⁾

・棲息する海水中のヨウ素の存在状態が異なると、体内に取込まれる濃度も排出される速度も異なることが報告されている。

(4) 海産生物の濃縮係数について(1)

濃縮係数 (CF) とは

海産生物への元素や核種の移行や蓄積は濃縮係数 (CF: Concentration Factor) が用いられ、次式で示される。

$$CF = \frac{\text{Concentration per unit mass of **organism** (kg/kg or Bq/kg wet weight)}}{\text{Concentration per unit mass of **water** (kg/kg or Bq/kg, kg/L or Bq/L)}}$$

Concentration per unit mass of organism は海産生物の軟組織中の濃度、

Concentration per unit mass of water は海水中の濃度を表す。

海産生物は海水に生息しているので器官吸収等により平衡状態に近い状態と考えられるが、水温や光等の生息環境、成長段階等による生物化学的条件や元素や核種の存在状態等による化学的条件による変動要因も挙げられている。

IAEA TRS-422 : Sediment Distribution Coefficients and Concentration Factors for Biota in the Marine Environment (2004).

(4) 海産生物の濃縮係数について(2)

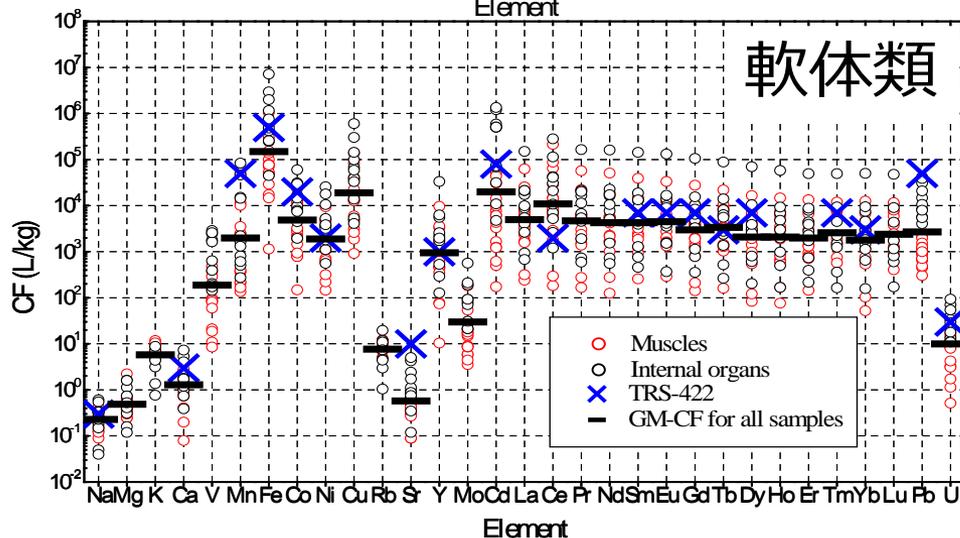
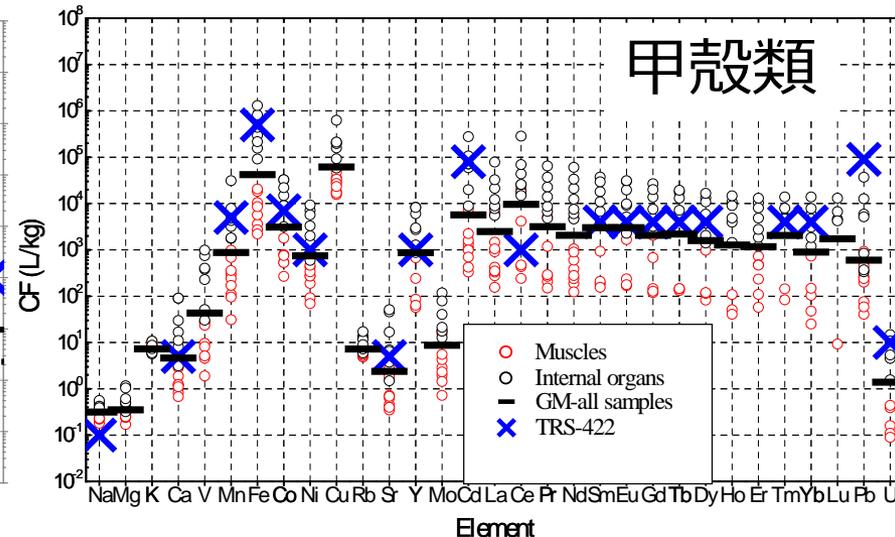
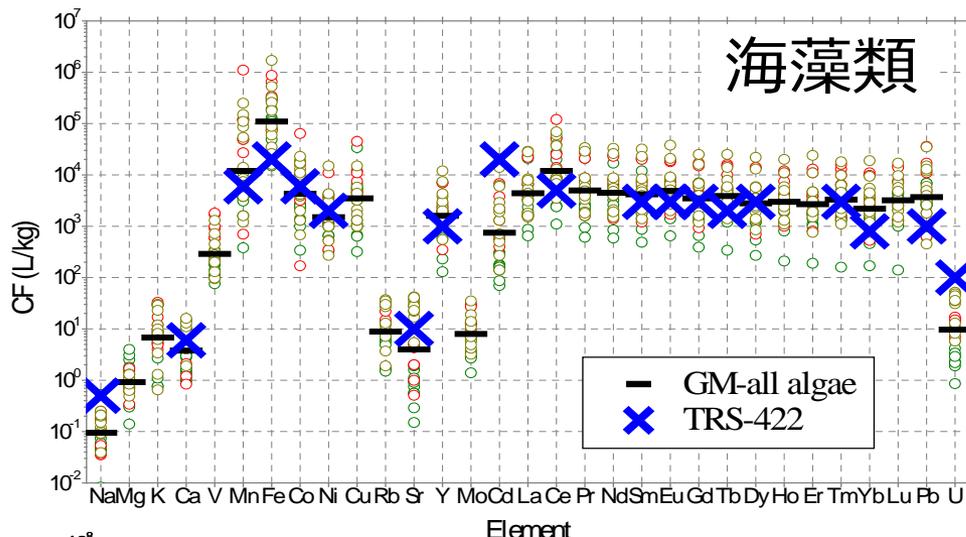


図: 海産生物-海水の濃縮係数CR及び元素毎の幾何平均値 (GM)

・得られた国内の沿岸における海産生物の濃縮係数は、同一種でもCFの最大最小値に100-1000倍の違いが見られた。

(4) 海産生物の濃縮係数について(3)

Cs	魚類	軟体類	甲殻類	海藻類
IAEA TRS-422	100	60	50	50
IAEA TEC-DOC-211	50	10	30	10
日本沿岸の海産生物中のCs-137の調査結果				
最小	23	20	13	44
最大	147	88	27	119
幾何平均	66	45	17	63
試料数	12	3	6	13

(Aono et al., 1999. Determination of $^{239,240}\text{Pu}$ and ^{137}Cs concentrations in marine organisms from the seas around Japan. Proceedings of 3rd International Conference on Isotopes, 328-330.)

- ・濃縮係数は国内の同一類でも最小値と最大値に幅がある。

(5)まとめ

- 海水中における物質の挙動は複雑である。
- 海水中では、元素（核種）により複数の存在状態を形成する。
- 沿岸の海流は、様々な要因で複雑である。
- 放射性物質が海産生物へ取込まれる要因は、様々である。
- 高濃度の放射性物質を含む海水に海産生物が接触しても、直ちに体内濃度は高くない。
- 海産生物への濃縮係数は、同一種でも安定元素でも最小値と最大値に大きな差が認められる。