

## スズキ *Lateolabrax japonicus* の放射性核種<sup>137</sup>Cs蓄積に対する塩分の影響 —RIトレーサーを用いた餌料経由の<sup>137</sup>Cs蓄積に関する実験的研究—

石川雄介・鈴木 譲・<sup>※</sup>笠松不二男・長屋 裕  
篠田芳晴・中村良一・中原元和

### Effects of Salinity on Bioaccumulation of Orally Administered <sup>137</sup>Cs in Juvenile Japanese Sea Bass, *Lateolabrax japonicus* —An Experimental Study through a Single Oral dose with RI Tracer—

Yusuke Ishikawa\*<sup>1</sup>, Yuzuru Suzuki\*<sup>1</sup>, Fujio Kasamatsu\*<sup>1</sup>, Yutaka Nagaya\*<sup>1</sup>,  
Yoshiharu Shinoda\*<sup>2</sup>, Ryoichi Nakamura\*<sup>3</sup>, Motokazu Nakahara\*<sup>3</sup>

**要約** : スズキ若魚に<sup>137</sup>Csを経口投与し、その取込み、排出に及ぼす海水塩分の影響を実験的に検討した。低塩分海水では、投与された<sup>137</sup>Csの排出速度が遅く、<sup>137</sup>Csは諸器官から筋肉に移行、蓄積された。筋肉からのみかけの排出速度は、低塩分ほど遅く、従って<sup>137</sup>Csの生物学的半減期は低塩分ほど長くなった。このことは、自然環境下におけるスズキでは、その生息環境水の塩分が低いほど<sup>137</sup>Csは高濃度に蓄積されることを示唆している。

**キーワード** : *Lateolabrax japonicus*、<sup>137</sup>Cs、スズキ、塩分、放射性核種、生物濃縮

**Abstract** : Radioisotope-tracer experiments were conducted to clarify effects of seawater salinity on bioaccumulation of <sup>137</sup>Cs orally ingested by Japanese sea bass, *Lateolabrax japonicus*. In seawater of lower salinity, excretion rate of <sup>137</sup>Cs ingested was smaller, and ratio of the part, which is assimilated in the body tissues, to the total ingested <sup>137</sup>Cs was greater. The <sup>137</sup>Cs ingested was gradually transferred to and accumulated in muscles. Apparent excretion of <sup>137</sup>Cs from muscles was slower in seawater of lower salinity. In this euryhaline fish species, lower salinity of ambient seawater was found to be favorable for accumulation of <sup>137</sup>Cs in muscles.

**Keywords** : *Lateolabrax japonicus*, <sup>137</sup>Cs, Japanese sea bass, salinity, radionuclide, bioaccumulation Salinity and <sup>137</sup>Cs Bioaccumulation in Japanese sea bass

### 緒 言

<sup>137</sup>Csは、核分裂生成物の中でも核分裂収率が高く、半減期が長いため、現在、<sup>90</sup>Srとともに環境放射能モニタリング試料中に見出される主要な人工放射性核種である。これらは1954~1962年に行なわれた大気圏内核実験のフォールアウトに由来するものとみなされる。<sup>137</sup>Csは生体の軟組織に取

込まれやすく、魚類の筋肉中に見出されている人工放射性核種としてはほとんど唯一のものとなっている。

スズキ*Lateolabrax japonicus*は、日本、朝鮮半島、中国沿岸に産し、漁業、遊漁上重要な広塩性魚種の一つである。わが国の海洋環境放射能モニタリングにおいて、スズキ筋肉中の<sup>137</sup>Cs濃度が、他の魚種に比較して相対的に高いことが知られて

(2002年9月18日受付, 2002年10月21日受理)

\*<sup>1</sup> 財団法人 海洋生物環境研究所 事務局 (〒101-0051 東京都千代田区神田神保町3-29, 帝国書院ビル5階)

\*<sup>2</sup> 現所属 日本分析センター (〒263-0002 千葉県千葉市稲毛区山王町295-3)

\*<sup>3</sup> 独立行政法人 放射線医学総合研究所 那珂湊支所 (〒311-1202 茨城県ひたちなか市磯崎3609)

いる。

海産魚筋肉中の<sup>137</sup>Cs濃度は魚の食性の影響を受け、食物連鎖上高い位置にあるほど、<sup>137</sup>Cs濃度が高くなるといわれる（笠松，1996；Kasamatsu and Ishikawa, 1997；笠松，1999）。スズキは魚食性で、海洋における食物連鎖上の位置が高い。

一方、スズキは生活史の初期に汽水域に生息することから、著者らは<sup>137</sup>Cs蓄積に及ぼす海水塩分の影響を明らかにするため、放射性同位元素（RI）をトレーサーとして用いた飼育実験を行っている（石川ほか，1997；Suzuki *et al.*, 1998）。魚類における放射性核種の蓄積には、海水中に溶存した核種が鰓から直接取込まれる経路と、餌料中の核種が消化管を経て取込まれる経路との二つがある。Morgan *et al.* (1993) は、それまでの文献データから、魚体の<sup>137</sup>Cs全負荷量の主要部分（42%～96%）が餌料経路によるものと述べている。著者らはRIトレーサー実験によって、スズキの<sup>137</sup>Cs蓄積に対する両経路の寄与度を検討し、低塩分海水中で、餌経路の取込み経路の相対的寄与度が高まることを見出している（Suzuki *et al.*, in preparation）。

本論文では、種々の成長段階にあるスズキ若魚に放射性同位元素<sup>137</sup>Csを経口的に投与して、<sup>137</sup>Cs代謝パラメータに及ぼす海水塩分の影響を検討した結果を報告する。

## 方 法

実験は1996～1997年に、茨城県ひたちなか市の科学技術庁（現・文部科学省）放射線医学総合研究所・那珂湊放射生態学研究中心において行なった。3回の実験で、体重の異なる3段階のスズキに<sup>137</sup>Cs添加餌料を1回経口投与し、全身放射能濃度を追跡することによって、その排出速度定数に及ぼす塩分の影響を検討した。実験はすべて水温20℃で行なった。方法の詳細については以下の各項で述べる。

### 1. 各実験に共通の事項

#### 1) 飼育海水

上記研究センターの砂濾過海水（100%海水と呼ぶ）を、水道水で希釈して50%海水および10%海水を調製した。飼育水槽は250 l 容の循環濾過装置つきガラス水槽で、定められた日に新たに調

製した海水を交換した。実験期間中海水の交換の度に、屈折計による簡易塩分計で塩分を測定した。

### 2) 実験材料

供試したスズキは、人工種苗を研究センターにおいて飼育していたものである。実験開始1週間前から、漸次所定の海水濃度に馴致した。飼育水槽中に30cm×20cm×20cmの網かごを設置し、1個体ずつ収容して個体識別を行なった。全部で3つの成長段階の若魚について実験を行なった。

### 3) RI 添加餌料

市販のペレット状配合飼料に、<sup>137</sup>Cs（塩化物溶液）を滴下、乾燥し、これをゼラチンカプセルに入れて添加餌料を調製した。実験開始時（t=0日目）、魚をMS222で麻酔し、ピンセットを用いてペレットを充填したカプセルを魚の胃内に強制的に挿入したのち、ポリエチレン袋に入れて、マルチチャンネルアナライザーを接続したGe半導体検出器により、全身放射能を測定し実験開始時の放射能濃度C(0)とした。

### 4) 放射能測定と測定データの処理

定められた日（t）に魚を麻酔し、t日目の放射能濃度C(t)を測定して、放射能保持率R(t)=C(t)/C(0)を求めてデータを標準化した。なお、放射能測定後、魚を飼育容器に戻す前に、体重維持量程度をめやすにして、非添加配合飼料ペレットの強制経口投与を行なった。

### 5) 計算モデル

核種の取込み、排出の解析には、2成分指数関数モデル（中原，1996）を用いた。各成分の排出速度定数を $\beta_{1}$ （d<sup>-1</sup>）、0日時点における各成分の推定放射能保持率を $K_1$ および $K_2$ とすると $K_1+K_2=1.0$ 、排出曲線F(t)は

$$F(t)=K_1 \exp(-\beta_1 t)+K_2 \exp(-\beta_2 t) \cdots \cdots (1)$$

によって表される。第1成分は排出速度定数 $\beta_1$ が大きく速やかに魚体から消失するため、数日経過後は第2成分が主成分となる。生物学的半減期 $T_b$ は

$$T_b = \ln 2 / \beta \cdots \cdots (2)$$

によって求められる。

パラメータの計算は、放射線医学総合研究所・柴田貞夫氏が開発した計算ソフトBCFおよびMicrosoft Excelを用いて行なった。

## 2. 実験 I

飼育海水：期間中の平均塩分は、100%海水区で3.36%，50%海水区で1.68%，10%海水区で0.30%であった。

実験材料：実験に供試した魚は、平均標準体長15.5±1.2cm，平均体重59.1±14.6gであった。

RI添加餌料：<sup>137</sup>Csを添加，乾燥したペレットをゼラチンカプセルに入れて添加餌料とし，各区6尾ずつ，強制的に経口投与して，個体別に連続測定用として飼育した。投与直後の放射能濃度C(0)は1,250±320 cpm/g BWであった。なお，実験途中で連続測定用の魚が死亡した場合，同一条件で飼育していた解剖用個体の中から補充して，第2成分のパラメータ推定に供した。

## 3. 実験 II

飼育海水：期間中の平均塩分は、100%海水区で3.25%，50%海水で1.63%，10%海水で0.38%であった。

実験材料：実験に供試した魚は、平均標準体長6.1±1.0cm，平均体重4.2±1.3gであった。

RI添加餌料：<sup>137</sup>Csを添加し，乾燥したペレットをゼラチンカプセルに入れ，個体別に強制的に経口投与を行なった。本実験では，魚体が幼若なため，投餌後直ちに飼育槽に戻し，翌日をt=0として放射能測定を行なった。C(0)は3,100±1,760 cpm/g BWであった。

## 4. 実験 III

実験材料：実験に供試した魚は，平均標準体長9.9±2.0cm，平均体重16.9±2.0gであった。飼育海水は，実験 I および II と同様100%，50%および10%海水区とした。

RI添加餌料：<sup>137</sup>Csを添加し，乾燥したペレットをゼラチンカプセルに入れ，個体別に強制的に経口投与を行なった。平均C(0)は1,840±280 cpm/g BWであった。実験途中で死亡した個体は，実験 I と同様に補充し，第2成分パラメータの推定に供した。

## 5. <sup>137</sup>Csの体内部位における分布

摂取された<sup>137</sup>Csの体内分布を調べるため，実験 I の期間中経時的に，各群の解剖用個体から原則として3個体ずつ取り出し，全身放射能測定後，12部位（頭部，鰓，鱗，鰭，皮膚，筋肉，脊椎骨，肝臓，胆のう，その他内臓，血液，残余）に解剖

して，それぞれの放射能濃度をサンプルチェンジャー付Ge半導体検出器で測定した。各部位の重量とその部位の放射能濃度との積から部位別の放射能負荷を算出し，全身放射能負荷の第2成分に対する比率を相対的負荷として表わした。なお，体内の<sup>137</sup>Cs分布は3回の実験とも，本質的に同じ結果であったので，本報告では実験 I のみについて述べる。

## 結果と考察

Fig.1に，スズキにおける<sup>137</sup>Cs残存率(Retention)の一般的な変化の状況を例示した。図中の黒丸は実測値で，始めの数日間は排出速度が大きい，後に点線で示した一定の減少率を持った指数関数で表わされるようになる。これは排出速度の遅い第2成分で，その勾配が排出速度定数 $\beta_2$ ，0日に外挿した切片が $K_2$ を示す。実測値と第2成分との差が，図中の白丸と細い実線で示した第1成分で，その勾配，切片がそれぞれ $\beta_1$ ， $K_1$ を表わす。

Fig.2に，3回の実験において，それぞれの海水濃度区の平均<sup>137</sup>Cs残存率の変化を示す。Table 1には個体別に求めた代謝パラメータを，またTable 2に筋肉における第2成分の代謝パラメータをまとめた。

Fig.3に，各塩分区別に体重による<sup>137</sup>Cs排出速度定数の変化を示す。

Fig.4は<sup>137</sup>Csの体内分布の経時的变化を，Fig.5

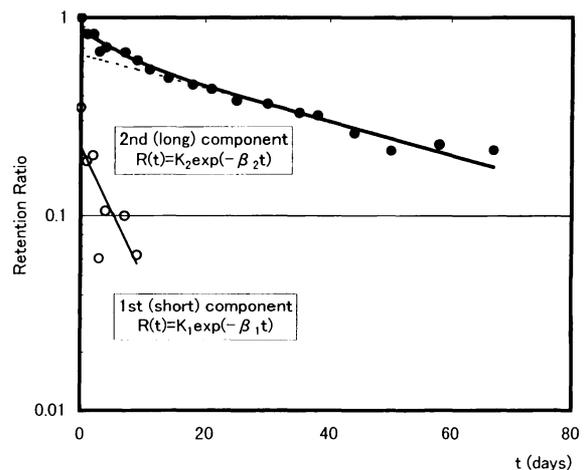


Fig.1 Excretion of <sup>137</sup>Cs ingested by Japanese sea bass, analyzed by a 2-component exponential model.

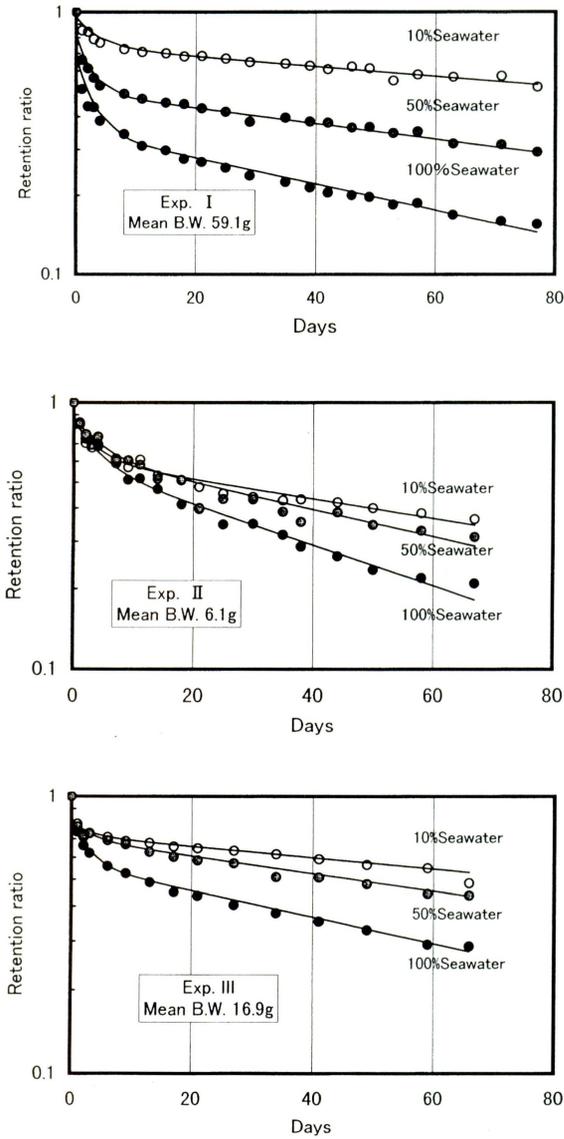


Fig.2 Excretion curve of <sup>137</sup>Cs ingested by Japanese sea bass, by a single oral dose.

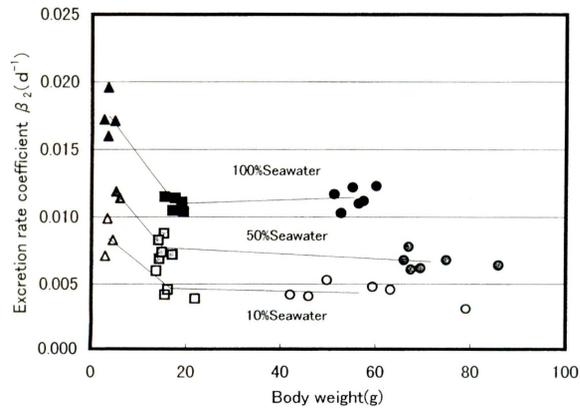


Fig.3 Excretion rate constant of <sup>137</sup>Cs in Japanese sea bass, independent on fish size and seawater salinity. (Circles: Exp. I, triangles: Exp. II, and squares: Exp. III.)

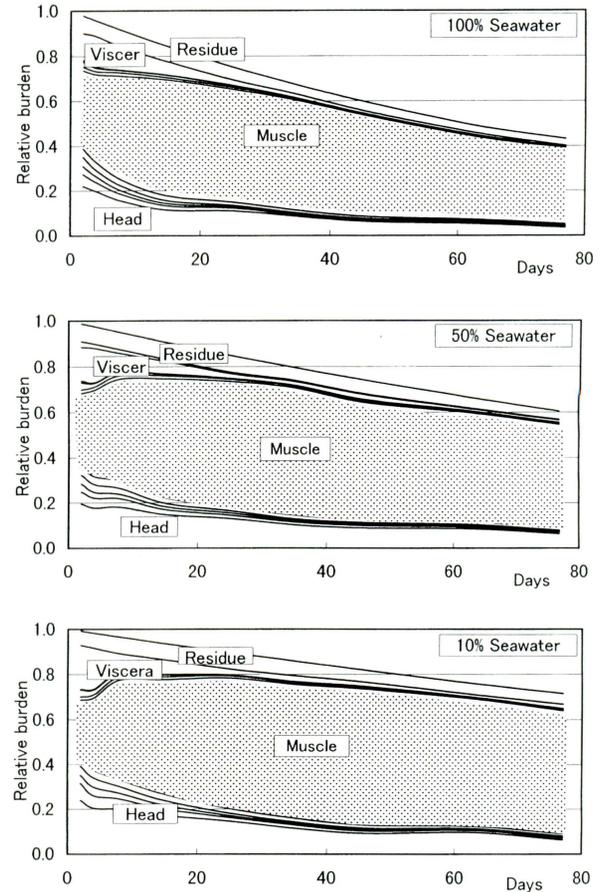


Fig.4 Distribution of <sup>137</sup>Cs in different parts of Japanese sea bass. Relative burden is ratio of part's burden to the 2nd component of the whole body burden. Dissected parts are from the bottom of the graph upward: head, gills, scales, fins, skin, muscle, vertebrae, liver, gall bladder, other viscera, blood and residue.

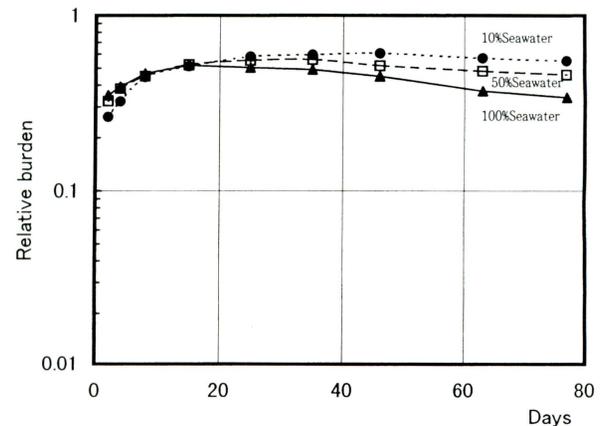


Fig.5 Temporal change of <sup>137</sup>Cs relative burden in muscle of Japanese sea bass. Relative burden is ratio of muscle burden to the 2nd component of the whole body burden.

はそのうち筋肉における分布比の変化を示したものである。

これらの図表から、以下のことが明らかになった。

まず、いずれの実験においても、海水の希釈度が高まるほど、第2成分の排出速度定数が小さく、従って生物学的半減期が長くなった。すなわち、低塩分海水ほど、スズキが摂取した<sup>137</sup>Csは排出さ

**Table 1** Metabolic parameters of <sup>137</sup>Cs ingested by Japanese sea bass, *Lateolabrax japonicus*, through a single oral dose.

Experiment I

Seawater	Fish No.	Body Wt. (g)	Standard length(cm)	First component			Second component			
				K <sub>1</sub>	β <sub>1</sub> (d <sup>-1</sup> )	R <sup>2</sup>	K <sub>2</sub>	β <sub>2</sub> (d <sup>-1</sup> )	R <sup>2</sup>	T <sub>b</sub> (d)
100%	1	51.4	15.0	0.53	0.63	0.95	0.36	0.0117	0.97	59
	2	57.4	15.5	0.34	0.31	0.92	0.36	0.0112	0.96	62
	3	55.2	15.4					0.0122	0.90	57
	4	56.4	15.1	0.25	0.25	0.76	0.36	0.0110	0.96	63
	5	60.1	15.7	0.20	0.24	0.62	0.33	0.0123	0.95	56
	6	52.8						0.0103	0.97	67
	Mean SD	55.6 3.2	15.3 0.3	0.33 0.14	0.36 0.18		0.35 0.02	0.0115 0.0008		61 4
50%	1	67.5	15.9	0.19	0.21	0.67	0.59	0.0061	0.85	114
	2	85.9						0.0064	0.93	108
	3	74.9	17.0	0.50	0.54	0.99	0.52	0.0068	0.95	102
	4	66.0	16.0	0.50	0.54	0.99	0.52	0.0068	0.95	102
	5	69.5	16.6	0.15	0.27	0.65	0.40	0.0062	0.93	112
	6	67.0	16.4	0.28	0.37	0.93	0.44	0.0078	0.97	89
	Mean SD	71.8 7.6	16.4 0.4	0.32 0.17	0.39 0.15		0.50 0.07	0.0067 0.0006		104 9
10%	1	63.2	15.8	0.19	0.19	0.74	0.50	0.0046	0.72	151
	2	79.1	17.1	0.20	0.31	0.78	0.59	0.0031	0.77	224
	3	50.0	14.7	0.05	0.11	0.46	0.84	0.0053	0.90	131
	4	59.4	15.4	0.19	0.54	0.60	0.72	0.0048	0.80	144
	5	46.1	14.5	0.54	0.19	0.67	0.93	0.0041	0.85	169
	6	42.2	14.3	0.12	0.32	0.95	0.88	0.0042	0.82	165
	Mean SD	56.7 13.6	15.3 1.0	0.22 0.17	0.28 0.15		0.74 0.17	0.0044 0.0008		164 32

Experiment II

Seawater	Fish No.	Body Wt. (g)	Standard length(cm)	First component			Second component			
				K <sub>1</sub>	β <sub>1</sub> (d <sup>-1</sup> )	R <sup>2</sup>	K <sub>2</sub>	β <sub>2</sub> (d <sup>-1</sup> )	R <sup>2</sup>	T <sub>b</sub> (d)
100%	1	3.4	6.0	0.24	0.27	0.94	0.67	0.0196	0.95	35
	2	2.5	5.5	0.34	0.29	0.67	0.44	0.0172	0.94	40
	3	4.8					0.52	0.0171	0.95	41
	4	3.4	6.2	0.33	0.17	0.86	0.71	0.0160	0.95	43
	Mean SD	3.5 1.0	5.9 0.4	0.28 0.07	0.24 0.05		0.58 0.13	0.0175 0.0015		40 3
50%	1	5.2	6.8	0.25	0.22	0.32	0.66	0.0119	0.89	58
	2	6.0	7.0	0.25	0.20	0.91	0.60	0.0114	0.82	61
	Mean SD	5.6 0.6	6.9 0.1	0.25 0.00	0.21 0.02		0.63 0.05	0.0117 0.0004		60 2
10%	1	4.5	6.4	0.21	0.22	0.66	0.63	0.0083	0.89	84
	2	3.3	6.0	0.29	0.38	0.87	0.60	0.0099	0.89	70
	3	2.9	5.8	0.25	0.20	0.51	0.60	0.0071	0.74	98
	Mean SD	3.6 0.8	6.1 0.3	0.25 0.04	0.27 0.10		0.61 0.02	0.0084 0.0014		84 14

**Table 1** Metabolic parameters of <sup>137</sup>Cs ingested by Japanese sea bass, *Lateolabrax japonicus*, through a single oral dose. (Continued)

Experiment III

Seawater	Fish No.	Body Wt. (g)	Standard length(cm)	First component			Second component			
				K <sub>1</sub>	β <sub>1</sub> (d <sup>-1</sup> )	R <sup>2</sup>	K <sub>2</sub>	β <sub>2</sub> (d <sup>-1</sup> )	R <sup>2</sup>	T <sub>b</sub> (d)
100%	1	17.9	9.7	0.21	0.26	0.90	0.75	0.0114	0.98	61
	2	19.3	9.9	0.24	0.34	0.94	0.50	0.0111	0.98	62
	3	15.6	9.4	0.27	0.39	0.92	0.57	0.0115	0.97	60
	4	19.7	9.9	0.29	0.30	0.90	0.44	0.0104	0.95	67
	5	17.3	9.7	0.34	0.56	0.90	0.57	0.0105	0.96	66
	Mean	17.9	9.7	0.27	0.37		0.57	0.0110		63
	SD	1.6	0.2	0.05	0.12		0.12	0.0005		3
50%	1	14.5	9.5	0.11	0.44	0.67	0.71	0.0069	0.98	100
	2	15.5	9.6	0.09	0.20	0.65	0.74	0.0088	0.93	79
	3	14.3	9.7					0.0083	0.86	84
	4	17.3	10.1					0.0072	0.97	96
	5	15.1	9.7	0.16	0.30	0.76	0.65	0.0074	0.95	94
	Mean	15.3	9.7	0.12	0.32		0.70	0.0077		91
	SD	1.2	0.2	0.04	0.12		0.05	0.0008		9
10%	1	16.4	9.8	0.04	0.05	0.50	0.60	0.0046	0.88	151
	2	15.7	9.8	0.12	0.39	0.73	0.69	0.0042	0.97	165
	3	22.1	10.7	0.09	0.67	0.98	0.89	0.0039	0.97	178
	4	13.9	9.5	0.09	0.23	0.57	0.72	0.0060	0.97	116
	Mean	17.0	10.0	0.09	0.34		0.72	0.0047		152
	SD	3.6	0.5	0.03	0.26		0.12	0.0009		27

**Table 2** Metabolic parameters of <sup>137</sup>Cs in the muscle of Japanese sea bass

Experiment	I		II		III	
Body Weight(g)	59.1		4.2		16.9	
Sea Water	B <sub>2</sub> (-d)	T <sub>b</sub> 1/2	B <sub>2</sub> (-d)	T <sub>b</sub> 1/2	B <sub>2</sub> (-d)	T <sub>b</sub> 1/2
100%	0.0083	84	0.0136	51	0.0089	78
50%	0.0047	147	0.0097	72	0.0066	105
10%	0.0032	216	0.0058	120	0.0042	165

れにくくなる。

次に、第2成分のK<sub>2</sub>は、低塩分海水ほど高い値を示した。第1成分K<sub>1</sub>は、摂取された<sup>137</sup>Csのうち消化管から吸収されずに排出される部分を含め、短期間に体外に排出されるものを表わしているのに対し、K<sub>2</sub>は体内に消化吸収され、代謝された後に排出される成分と考えられる。理論的にはK<sub>1</sub>+K<sub>2</sub>=1.0となるが、実際には実験誤差などのためにそうならない。しかしK<sub>2</sub> / (K<sub>1</sub>+K<sub>2</sub>) の比が、低塩分海水ほど高いことから、摂取された<sup>137</sup>Csが

体内に蓄積される割合が高いことが示唆される。

上記のことは、低塩分海水中において、スズキが摂取した<sup>137</sup>Csはより多く体内に蓄積され、かつその排出速度が遅くなることを示している。その生理的機構についてはさらに検討が必要であるが、本実験の結果は、魚類は低浸透圧の環境水の中でミネラル成分を体内に保持して浸透圧調整をするという一般的知見と合致する。

また、第2成分の排出速度定数が、スズキの大きさにより差のあることが認められた。Fig. 3に

その状況を示した。本実験で用いた最も小型の魚（実験II、平均体重4.2g）では、いずれの塩分濃度においても、明らかに排出速度定数が高い。排出速度定数は体重の増加に伴って低下する傾向が認められる。

Fig. 4では、実験Iにおいて、実験0日目における第2成分の理論的平均残存率（ $K_2$ ）を1.0とし、それに対する部位別残存率の比の変化を示した。当初体内の各部位に分布していた<sup>137</sup>Csが、次第に筋肉へ移行していくことが認められる。Fig. 5で明らかのように、いったんピークに達した筋肉中の<sup>137</sup>Csの排出速度は、低塩分海水ほど低い。筋肉における<sup>137</sup>Csの見かけの排出速度定数（生物学的半減期）は、100%海水で0.0083（84日）、50%海水で0.0047（147日）、10%海水で0.0032（216日）であった（Table 2）。これらは全身放射能で求めた $\beta_2$ の速度定数より低いので、筋肉に蓄積された<sup>137</sup>Csは、他の部位に蓄積されたものよりさらに排出されにくいことを示唆している。

## 結 論

スズキ若魚において、トレーサーとして<sup>137</sup>Csを含む餌料を経口投与し、その排出過程に及ぼす飼育水中塩分の影響を分析した結果、以下のことが明らかになった。

(1) スズキが餌料から摂取した<sup>137</sup>Csは、2つの異なる排出速度を示す成分に分かれて排出されるとみなし得る。第1成分（ $K_1$ ）は排出速度定数（ $\beta_1$ ）が大きく、速やかに排出されると考えられる。第2成分（ $K_2$ ）は、排出速度定数（ $\beta_2$ ）が小さく、体組織に吸収・代謝された後緩やかに排出されるものと考えられる。 $K_2$ の比率は $K_1$ より大きく、スズキにおける長期的な<sup>137</sup>Csの蓄積には、第2成分が主要な役割を果たしている。

(2) 低塩分海水中ほど、第2成分の比率（ $K_2$ ）が高い。すなわち塩分濃度が低いほど、摂取された<sup>137</sup>Csのうち、消化吸収され組織に蓄積される割合が大きい。

(3) 低塩分海水中ほど、第2成分の排出速度定数（ $\beta_2$ ）が小さくなる。すなわちスズキ体内に蓄積された<sup>137</sup>Csは、塩分の低い海水中では排出されにくくなる。

(4) また、スズキ若魚は成長（体重の増加）に伴って<sup>137</sup>Csの排出速度定数（ $\beta_2$ ）は小さくなり、

生物学的半減期は長くなる。

(5) スズキが摂取した<sup>137</sup>Csは、諸器官から次第に筋肉へ移行し、ここに蓄積される。筋肉からのみかけの排出速度定数は、低塩分海水ほど小さい。すなわち、塩分の低い海水中では、<sup>137</sup>Csの主要な蓄積組織としての筋肉からの排出が抑制される。

わが国の環境放射能モニタリング調査において、スズキ筋肉中の<sup>137</sup>Cs濃度が他の魚種に比べ相対的に高いことが知られている。本研究結果は、広塩性魚類であるスズキが、餌料から摂取した<sup>137</sup>Csを低塩分海水中でより蓄積しやすいことを示している。魚類は餌料経由の他に、海水から鰓などを通して直接取り込む経路を持っている。著者らは、別のRIトレーサー実験において、低塩分海水中では餌料経由の寄与率がより高くなることを見出している（Suzuki *et al.*, in preparation）。また、Kasamatsu and Ishikawa (1997) は、栄養段階が高い魚種ほど、筋肉中の<sup>137</sup>Cs濃度が高いという調査結果を報告している。スズキのような魚食性の広塩性魚類は、<sup>137</sup>Csを蓄積しやすい条件を備えているといえる。塩分の影響をよりの確に理解するためには、各海域のスズキの生活史における塩分履歴について、より多くの知見を収集整理することが必要であると考えられる。

## 謝 辞

この研究は科学技術庁（現・文部科学省）から受託した「海洋環境放射能総合評価事業」によって実施した。また実験の実施においては、（株）化研の磯山直彦氏（現所属・財団法人海洋生物環境研究所）に御協力を戴いた。併せて感謝の意を表したい。

## 文 献

- 石川 他 (1997). スズキの放射性セシウム蓄積における海水塩分の影響. 第39回環境放射能調査研究成果論文抄録集. 科学技術庁 81-82.
- 笠松不二男 (1996). 最近の放射性セシウム濃度変化から示唆された新潟沖ホッケの摂食種変化. 水産海洋研究, 60:227-236.
- Kasamatsu, F. and Ishikawa, Y. (1997). Natural variation of radionuclide <sup>137</sup>Cs

- concentration in marine organisms with special reference to the effect of food habits and trophic level. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **160**:109-120.
- 笠松不二男 (1999). 日本沿岸海産生物と放射能. *海洋と生物*, **122**:200-209.
- Suzuki, Y., Ishikawa, Y., Nakahara, M. and Nakamura, R. (1998). Effect of environmental conditions on Cs-137 and Sr-85 accumulations in Japanese seabass. Extended Synopses of International Symposium on Marine Pollution 651-652.
- Morgan, I. J., Tytler, P., Bell, M. V. (1993). The accumulation of 137-cesium from fresh water by alevins and fry of Atlantic salmon and brown trout. *J. Fish Biol.*, 43:877-88.