

海水・海洋生物の水銀とセレンの関係

武田道夫・上田 正・長友洪太*

1. 緒論

1970年代に遠洋性大型魚類が一般に比較的多量の水銀を含有することが問題となった。しかし、その後の研究により、自然環境の中にある魚介類に含まれる水銀は、食物連鎖の各段階で濃縮されて行き、その際、セレンが併存するので毒性が抑制されていると考えられている。特に Ganther は海洋生物の食物連鎖を通じて取り込む水銀は1 : 1 のモル比でセレンを伴っていると考えた¹⁾。もし、この考えが正しいならば、食物連鎖の上位に位置する魚介類ほどその水銀とセレンのモル比（以下 Se/Hg と略す）は1 : 1 に近付いて行くはずである。そこで、我々が既に発表した海水および海洋生物の水銀とセレンの含有量に関する研究報告²⁻¹³⁾に基づいて、このことを検討した。

なお、大型魚では、その部位によりセレン含有量が著しく相違するので、検討するに当たって、主として背肉についての値を用いた。

2. 試料および分析法

検討に用いた20種類の試料名、分析数、および採集海域を、水銀量とセレン量の平均値とともに表1に示した。

水銀量は湿式法で分解した後、原子吸光法により求めた³⁾。なお、海水の水銀は濃縮して測定した⁸⁾。

セレン量は湿式で分解後、蛍光法により求めた³⁾。海水に対する値は甲斐等がインド洋表層水についてガスクロマトグラフ法によって求めた結果を使用した¹⁴⁾。

3. 考察

魚介類筋肉の水銀とセレンの測定結果では、魚種にかかわらず、つぎのようなことが普遍的

*水産大学校練習船「耕洋丸」

表1. 海水および海洋生物（肉部）の水銀・セレン含有レベル

No	試料名	試料数	採集海域	平均水銀量	平均セレン量	Se/Hg	文献番号
1	キハダ	31	南太平洋	0.25	0.54	5.5	1
2	オオエツチュウバイ	13(3)	日本海(西側)	0.39	0.55	3.6	2
3	ツバイ	6(2)	日本海(西側)	0.33	0.40	3.1	3
4	ハマチ(養殖)	20	玄海灘(北浦)	0.11	0.66	15.2	4
5	ビンナガ	14	南太平洋	0.59	0.78	3.4	5
6	シロサメ	15	玄海灘(北浦)	0.39	0.23	1.5	6
7	ホシザメ	14	玄海灘(北浦)	0.30	0.28	2.4	6
8	イワシ	2	玄海灘(北浦)	0.05	0.79	40.1	4
9	マサバ	4	玄海灘(北浦)	0.09	0.80	22.6	4
10	マナガツオ	9	東支那海	0.03	0.41	34.4	12
11	ツノガレイ	30	ベーリング海	0.05	0.64	32.5	11
12	スケトウ	16	ベーリング海	0.03	0.20	16.9	11
13	マダラ	16	ベーリング海	0.03	0.25	21.2	11
14	キチジ	10	ベーリング海	0.25	0.34	3.5	11
15	Pesucadinha	13	アマゾン河口北西域	0.04	0.30	19.1	10
16	Pesucadinha	8	アマゾン河口域	0.06	0.36	15.2	10
17	海水	71	東インド洋	2.1* ¹	0.07* ²	84.7	7,13
18	海水	19	日本列島沿岸	1.9* ¹	0.07* ²	93.6	9,13
19	プランクトン	40(8)	東インド洋 ^{†1}	0.04	0.52	33.0	8
20	浮遊物	25	日本列島沿岸	0.03* ³	0.52 ^{†2}	44.0	9

注1：水銀およびセレン含有量の単位は $\mu\text{g/g}$ 。ただし*¹は ng/l 、*²は $\mu\text{g/l}$ 、*³は乾量基準値。Se/Hgはセレンと水銀のモル比を示す。

注2：試料数の()内数字はセレン分析試料数を示す。

注3：^{†1}：スマトラ・ジャワ島南沖、^{†2}：試料No19のセレン値を利用。

に認められた。

- 1) 成長度と水銀量との間には正の相関が認められる。
 - 2) 成長度とセレン量との間に有意相関が認められる例はほとんどなかった。これより、魚介類のセレンレベルは成長の初期よりある一定範囲の値を持ち、必須元素としての役割を果たしていると考えられる。
 - 3) 同じ魚種の水銀とセレンのレベルは漁獲海域、採集時季、および性別の相違により大きな差は認められない。そこで、魚介類の水銀およびセレンのレベルと、上記の因子との間に異常な関係が存在することの発見と、その因果関係の究明は、地球環境と生物の間の関係を知るために大きな意味をもつものとする。
 - 4) 分析結果の全てに涉って、 $\text{Se/Hg} > 1$ の関係が保たれていた($\text{Se/Hg} < 1$ は重要な危険信号となる)。
 - 5) 筋肉中の水銀の化学形態はほとんどの場合、大部分がメチル水銀態と考えられる。
- 以上のことから、魚種による水銀レベルの差は、その食餌に関与する面が大きいと推察できる。

表1の海水と海洋生物の水銀値とそれに対応するSe/Hgの関係を対数目盛上で図1に示した。浮遊物とプランクトンは魚介類の食物連鎖開始段階に位置するが、その水銀レベルは既に海水の値の $10^3 \sim 10^5$ 倍濃縮した値である^{8~10)}。そこで海水を始点とする直線関係は求め難いので、海水の値を除いて18種の試料について回帰分析を行った。それぞれの平均水銀量と平均Se/Hg

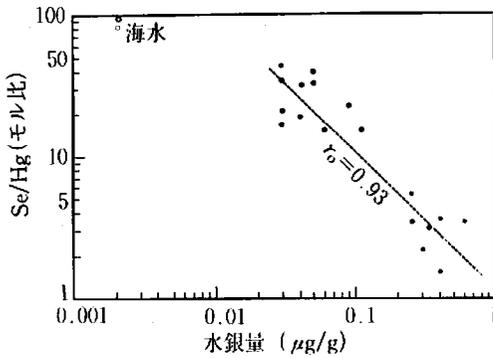


図1. 海水および海洋生物(筋肉)の水銀レベルと Se/Hg (モル比) との関係
 r_s : 相関係数

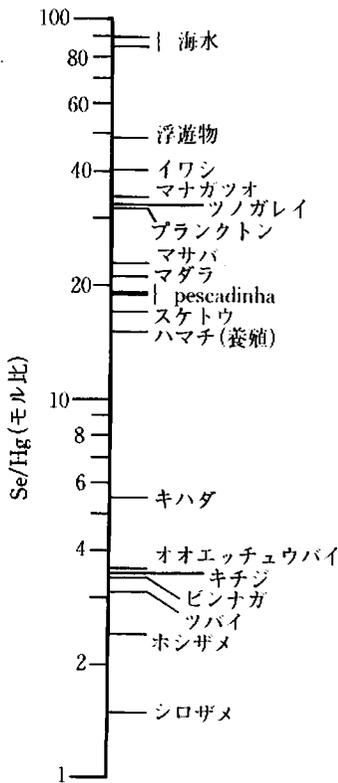


図2. 海水および海洋生物(筋肉)の水銀・セレンの相互比と食物連鎖位置に関するスケール

の対数値間の回帰直線を図に示した。その両者間の相関係数は $r_s=0.93 [> (16, 0.005)]$ であった。図から明らかなように、魚介類筋肉の水銀量が大きくなると Se/Hg は高い有意水準で 1 に収束して行く。

さらに、各魚介類の個別性をみるために、Se/Hg の対数目盛上の相当する位置に、その試料名を記入して図2に示した。即ち、海水の Se/Hg が 80~100、30~50には浮遊物、プランクトンおよびそれらを食餌とする魚類、15~25は中型魚類が位置している。なお、アマゾン河口とその北西沖で採集した pescadinha の場合、河口の試料魚の Se/Hg が北西沖のそれより低かった¹¹⁾。それぞれの Se/Hg を表1および図2に示した。このことを発表当時は、その理由が推測できるような情報は得られなかった。しかし、最近、アマゾン川上流地域で、金の精練に使用する水銀の被害が大きいことが報じられている。このことを直ちに先の pescadinha の水銀レベルへの影響とすることはできないが、Se/Hg の値は環境の影響に注目する指標として利用できると思われる。

Se/Hg スケールの 6 > の領域には大型魚のマグロ、サメ類が当然位置する。この他、北洋産キチジが特異的な存在である。体長は約30cm位であるにも係わらず、その水銀量は高く、しかもその化学形態の一部は無機水銀と推察ができる¹²⁾。キチジは美味なので、特に北日本では需要が大きいと言われるだけに、その食餌生態に関心が持たれる所である。また、貝の仲間であるバイ類がこの領域に位置していることもその食性と関連して注目すべ

きである⁴⁾。

以上のように海洋生物中に含まれる水銀とセレンとの量関係は、食品衛生上ばかりでなく、魚介類の食餌に関する生態の究明、地球環境の監視の面からも関心の持たれる所である。

文 献

- 1) H. E. Ganther and M. L. Sunde: *J. Food Sci.*, **39**, 1-5, (1974)
- 2) 上田 正・武田道夫: 日水誌, **43**, 1115-1121(1977)
- 3) 武田道夫・上田 正: 水産大研報, **26**, 267-279(1978)
- 4) 上田 正・武田道夫: 日水誌, **45**, 763-769(1979)
- 5) 武田道夫・上田 正: 日水誌, **45**, 901-904(1979)
- 6) 甲斐徳久・上田 正: 武田道夫・片岡昭吉: 水産大研報, **31**, 69-73(1983)
- 7) 上田 正・武田道夫: 日水誌, **49**, 1731-1735(1983)
- 8) 武田道夫・鶴田新生・片岡昭吉・長友洪太・富田輝雄: 水産大研報, **32**, 57-65(1984)
- 9) 武田道夫・片岡昭吉: 下関女子短期大学紀要, **3**, 1-8 (1984)
- 10) 武田道夫・鶴田新生・片岡昭吉・武田靖昭: 下関女子短期大学紀要, **4**, 1-8 (1985)
- 11) 武田道夫・上田 正・片岡昭吉・下関女子短期大学紀要, **5**, 1-12(1986)
- 12) 武田道夫・上田 正・片岡昭吉・乾 栄一: 下関女子短期大学紀要, **6**, 1-14(1987)
- 13) 武田道夫・上田 正・片岡昭吉・乾 栄一: 下関女子短期大学紀要, **7**, 35-44(1988)
- 14) 甲斐徳久・上田 正・長友洪太: 水産大研報, **41**, 57-60(1993)