

魚類血液の水銀およびセレン含有に関する研究—II*

マグロ類血液の水銀およびセレンレベルにおける

海域間ならびに魚種間の差

甲斐徳久・上田 正・武田靖昭・長友洪太

On Mercury and Selenium in Fish Blood—II

The Differences of the Levels of Mercury and Selenium in Blood
of Tuna between Two Different Fishing Locations, and between Two Species

Norihisa Kai, Tadashi Ueda, Yasuaki Takeda, and Kōta Nagatomo

The difference between both fishing locations, and between both species in the levels of mercury and selenium in blood of two species of tunas, i. e., yellow fin *Thunnus albacares* and big-eye *Thunnus obesus* from the Indian and the Pacific Oceans, were presented. There was no significant difference between both fishing locations in the selenium level in each tuna on the basis of t-test. On the other hand, the mercury level in big-eye was significantly high compared with that in yellow fin in each fishing location. However, there was no difference between both species in the selenium level in each fishing location. The molar ratio (Se/Hg) of selenium content (Se) to total mercury content (T-Hg) correlated negatively with T-Hg in the blood of both species, and also in both fishing locations. From this correlation, it was also observed that yellow fin and big-eye in both fishing locations belong to the one region (low T-Hg and high Se/Hg) and to the other (high T-Hg and low Se/Hg), respectively.

1 緒 言

セレンを構成元素とするグルタチオンペルオキシダーゼ (GSH-Px) は、グルタチオンの存在下で、体内に生じた過酸化物を還元的に分解する一方、とりこまれた無機態および有機態いずれの水銀とも結合して失活する¹⁾といわれて

いる。すなわち、セレンは水銀と結合して水銀を無毒化すると同時に、過剰の水銀の添加は体内におけるセレン欠乏を引き起こすことが考えられる。このような2元素の拮抗作用は体内の各組織で起こり得るものであるが、血液中で特に優先される可能性の高いことが指摘²⁾されている。そこで、魚類血液における2元素の拮抗作用を明らかにする

水産大学校研究業績 第1242号, 1989年7月13日受理。

Contribution from Shimonoseki University of Fisheries, No. 1242. Received July 13, 1989.

* 昭和63年度日本水産学会秋季大会にて発表

ための第一段階として、先にマグロ・カジキ類の血液における水銀およびセレンレベルについて報告³⁾した。

本研究では、これに引き続き、インド洋産および太平洋産マグロ類（キハダ23尾、メバチ28尾）血液の両元素含量を測定することにより、両元素レベルにおける海域間ならびに魚種間の差についてそれぞれ検討した。

2 試料および実験方法

2.1 試料

2.1.1 インド洋産マグロ類の血液試料

1985年および1986年のいずれも11月から12月にわたり、インド洋（Fig. 1の斜線部分）で釣獲されたマグロ類30尾（キハダ *Thunnus albacares* 18尾、メバチ *Thunnus obesus* 12尾）の血液を試料とした。

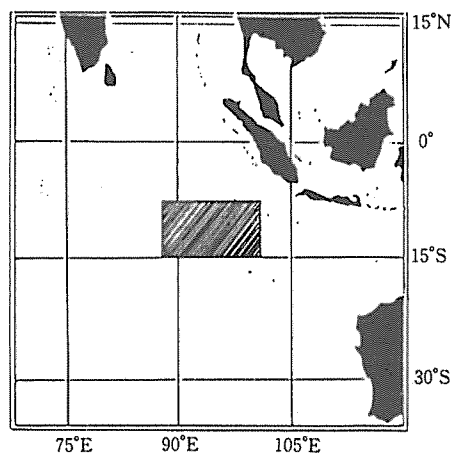


Fig. 1. Fishing location in the Indian Ocean (shaded area).

2.1.2 太平洋産マグロ類の血液試料

1986年および1987年のいずれも5月から6月にわたり、太平洋（Fig. 2の斜線部分）で釣獲されたマグロ類21尾（キハダ5尾、メバチ16尾）の血液を試料とした。

上記マグロ類の血液を、可能なかぎり供試魚の生存中に心臓から採取し、 -40°C で凍結して研究室に持ち帰り、インド洋産の試料については約6か月間、太平洋産の試料については約3か月間冷凍保存し、解凍したのち分析に供した。

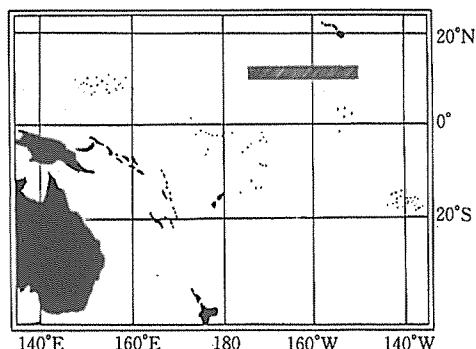


Fig. 2. Fishing location in the Pacific Ocean (shaded area).

2.2 水銀およびセレン含量の測定方法

総水銀量、メチル水銀量およびセレン量（以下それぞれ T-Hg, MeHg および Se と略記する）の測定は、それぞれ原子吸光法⁴⁾、ガスクロマトグラフィー⁵⁾および蛍光法⁶⁾によった。

3 結果ならびに考察

キハダおよびメバチの尾叉長ならびに血液における T-Hg, MeHg, Se および T-Hg に対する Se のモル比（以下 Se/Hg と略記する）をそれぞれ釣獲海域別に Table 1 および Table 2 に示す。

3.1 T-Hg, MeHg および Se の海域間の差

キハダ血液の T-Hg, MeHg および Se について両海域間に差があるかどうかを検討するため、それぞれの測定値間の t-検定を行った。その結果、キハダ血液の T-Hg および MeHg については、両海域間で有意差は認められず、試料数の違いこそあれ、両海域ともほぼ同レベルであった。また、Se についても有意な海域間の差は認められなかった。次に、メバチ血液についても同様に検討した結果、T-Hg および MeHg については、両海域間で有意差が認められた。すなわち、太平洋産メバチのレベルの方がインド洋産メバチのそれよりやや高いと判断された。しかしながら、このことについては両海域の供試魚の成長度が異なることと、1試料のみきわめて高レベルのものが太平洋産メバチにおいて認められたため、水銀レベルの海域間の差を一概に論ずることはできないと思われる。一方、Se についてはキハダ同様に有意な海域間の差は認められなかった。

Table 1. Mercury and selenium contents in blood of yellow fin

Location	Fork Length (cm)	T-Hg ($\mu\text{g/g}$)	MeHg ($\mu\text{g/g}$)	Se ($\mu\text{g/g}$)	Se/Hg
I.O.* ¹ (n = 18)	82.0~161.0 (116.2)	0.00 ₃ ~0.27 (0.08)	0.00~0.03 (0.01)	23.44~56.11 (42.46)	400.82~47513.95 (6906.09)
P.O.* ² (n = 5)	103.0~145.0 (133.8)	0.02~0.05 (0.03)	0.00~0.02 (0.01)	26.93~40.63 (34.63)	1794.54~5088.42 (3116.21)

*¹: the Indian Ocean; *²: the Pacific Ocean
Figures in parentheses refer to mean value.

Table 2. Mercury and selenium contents in blood of big-eye

Location	Fork Length (cm)	T-Hg ($\mu\text{g/g}$)	MeHg ($\mu\text{g/g}$)	Se ($\mu\text{g/g}$)	Se/Hg
I.O.* ¹ (n=12)	94.2~126.0 (112.4)	0.52~1.28 (0.80)	0.18~0.74 (0.50)	24.96~70.72 (41.40)	64.70~280.71 (140.18)
P.O.* ² (n=16)	128.0~187.0 (147.8)	0.35~2.84 (0.86)	0.19~0.81 (0.59)	16.48~82.65 (48.14)	25.14~438.71 (195.28)

*¹: the Indian Ocean; *²: the Pacific Ocean
Figures in parentheses refer to mean value.

3.2 T-Hg, MeHg および Se の魚種間の差

同一海域で釣獲されたキハダならびにメバチ血液の T-Hg, MeHg および Se について両魚種間に差があるかどうか検討するため、それぞれの測定値間の t-検定を行った。その結果、T-Hg および MeHg については、明らかに両海域ともに有意差が認められ、メバチのレベルがキハダのその50~60倍高かった。メバチの他組織における水銀含量、特に MeHg については、分析に供したほとんどすべての組織および器官においてキハダのその高々3倍程度であることをすでに報告⁷⁾した。このことから、メバチ血液について得られたこのような結果は非常に興味あるものと思われる。すなわち、両魚種間に食性の差がほとんどないことから、血液における水銀の代謝速度が両魚種で著しく異なることを示唆するものである。

一方、Se については、両魚種間に有意差は認められなかった。このことは、魚体におけるセレンの必須性を考慮すると予測できる結果ではあるが、血液中でセレンがきわめて高濃度³⁾で、しかも2魚種ともほぼ同レベルで保持されていることは非常に興味ある結果であると思われる。

3.3 Se/Hg の海域間ならびに魚種間の差

キハダおよびメバチ血液の Se/Hg について海域間に差があるかどうか t-検定した結果、キハダではインド洋産

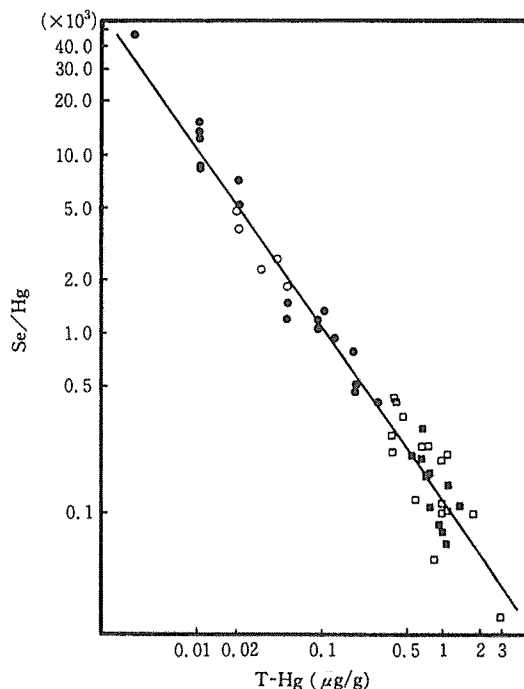


Fig. 3. Relationship between Se/Hg and T-Hg in blood of tunas (●: yellow fin from I. O., ○: yellow fin from P. O., ■: big-eye from I. O., □: big-eye from P. O.). I. O. and P. O. refer to the Indian Ocean and the Pacific Ocean, respectively.

の Se/Hg が太平洋産のそれより有意に高く、メバチではキハダの場合と逆であることがわかった。一方、両魚種間の Se/Hg を比較すると、両海域ともにキハダ血液の Se/Hg がメバチのそれよりきわめて高いことがわかった。

次に、両海域におけるそれぞれの測定値を一つにまとめて、マグロ類血液の Se/Hg の対数値を T-Hg のそれに対してプロットすると Fig. 3 が得られた。図から、両者間に有意な負の相関（相関係数 $r_s = -0.99$ ）が認められ、血液の Se/Hg は T-Hg の増加とともに著しく減少することがわかった。しかしながら、血液の Se/Hg の対数値は普通肉の場合のように 1 に漸近せず、本供試魚の水銀含量から考えてほぼ 50 前後に漸近することが認められた。このことは、マグロ類血液中のセレンがグルタチオンペルオキシダーゼの構成元素として多量に存在することと、水銀以外の重金属、たとえばカドミウムなどとの拮抗作用にも不可欠な元素である⁸⁾ことを示唆するものであろう。さらに、マグロ類血液において低 T-Hg で高 Se/Hg の領域をキハダが、高 T-Hg で低 Se/Hg の領域をメバチが占めていることもこの図から明らかとなった。

4 要 約

インド産および太平洋産マグロ類（キハダ23尾、メバチ28尾）血液の総水銀量（T-Hg）、メチル水銀量（MeHg）ならびにセレン含量（Se）を測定することにより、両元素レベルにおける海域間ならびに魚種間の差についてそれぞれの測定値間の t-検定を行い、次の結果を得た。

1. マグロ類血液のセレンレベルについては、両海域間ならびに両魚種間に有意差は認められなかった。
2. メバチ血液の水銀レベルは、両海域ともにキハダのそれより有意に高かった。
3. マグロ類血液の T-Hg に対する Se のモル比（Se/Hg）は両海域において、血液の T-Hg の増加とともに著しく減少し、さらに低 T-Hg・高 Se/Hg の領域をキハダが、高 T-Hg・低 Se/Hg の領域をメバチが占めた。

終わりに、血液の採取に関し、御教示ならびに御助言下さった本校増殖学科の山元憲一博士に深謝申し上げます。

文 献

- 1) H. Iwata, T. Masukawa, H. Kito, and M. Hayashi: *Life Sciences*, **31**, 859-866 (1982).
- 2) 高橋和彦：代謝, **23**, 1097-1104 (1986).
- 3) N. Kai, T. Ueda, Y. Takeda, and A. Kataoka: *Nippon Suisan Gakkaishi*, **54**, 1981-1985 (1988).
- 4) 武田道夫・稲益猷二・富田輝雄・浜田盛承・勝浦 洋：水産大研報, **23**, 145-153 (1975).
- 5) L. R. Kamps and B. McMahan: *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, **55**, 590-595 (1972).
- 6) N. D. Michie, E. J. Dixon, and N. G. Bunton: *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, **61**, 48-51 (1978).
- 7) N. Kai, T. Ueda, M. Takeda, Y. Takeda, and A. Kataoka: *Nippon Suisan Gakkaishi*, **52**, 1049-1053 (1986).
- 8) S. L. C. Van Puymbroeck, W. J. Stips, and O. L. J. Vanderborght: *Arch. Environ. Contam. Toxic.*, **11**, 103-108 (1982).