

マグロ類の水銀およびセレン含有に 関する研究—VII*

キハダ筋肉およびマグロ・カジキ類の肝臓・脾臓のセレン量

武田道夫・上田 正

On Mercury and Selenium in Tuna Fish Tissues - VII.

Selenium Level in Muscles of Yellowfin Tuna and

in Livers and Spleens of Tuna and Marlin

By

Michio TAKEDA and Tadashi UEDA

Selenium levels have been determined in the muscle tissues of 39 yellowfin tuna, and in the livers and spleens of 29 individuals of 3 tuna and 10 individuals of 4 marlin from the Pacific and East Indian Oceans.

Selenium levels in muscle tissues of yellowfin tuna were independent of fish size or total mercury level. There is no significant correlation between selenium level in the dorsal muscle (mean 0.54 $\mu\text{g/g}$) and that in the dark muscle (mean 5.24 $\mu\text{g/g}$) for yellowfin tuna.

Mean selenium levels in livers and spleens were 21.49 and 27.07 for tuna, and 9.04 and 7.16 $\mu\text{g/g}$ for marlin, respectively. The analyses of variance indicated no significant difference (at 0.01 level) between the selenium level in livers and that in spleens for both tuna and marlin. The selenium levels in livers and spleens of marlin were significantly correlated (at 0.1 level) with total mercury and body weight. The selenium levels of tuna were independent of total mercury, methylmercury, and weight. Whether the correlation of selenium level to weight or to total mercury level is significant or insignificant, may depend on the relative magnitude of the increment in the level of selenium which is accumulated with mercury even beyond the substantial basal level. The Se/Hg (molar basis) in the livers and spleens were significantly inversely correlated (at 0.01 level) with weight throughout tuna and marlin.

1. 緒 言

遠洋性大形魚において、含有水銀レベルが高くても、併存するセレンが水銀の毒性を低下させるという

*水産大学校研究業績 第806号, 1977年11月21日受理
Contribution from the Shimonoseki University of Fisheries, No. 806.
Received Nov. 21, 1977.
昭和52年度日本化学会九州・中国・四国支部合同大会にて発表。

GANTHER ら¹⁾の報告が提出されてから、魚類に含まれる水銀とセレンとの関係についての関心が高くなってきている²⁾³⁾。著者らは既にキハダ筋肉⁴⁾およびマグロ類内臓⁵⁾の水銀レベルについて報告した。本報では、既報と同一試料について、セレン量を測定し、それと水銀レベルおよび成長度との関係を検討した。また、これらマグロ類と同一海域で漁獲されたカジキ類の内臓のセレン量も測定し、マグロ類のセレン量との比較をした。得られた結果ならびに知見を報告する。

2. 実験方法

2・1 試料

筋肉組織試料として、1973年中・西部太平洋および東インド洋で漁獲されたキハダ, *Thunnus albacares*, 39尾の背肉および血合肉を使用した。その詳細は既報⁴⁾に報告されている。

内臓試料としては、生物学的組成変換反応が最も活発に行なわれる組織として肝臓を選んだ。また、血液代謝に関係があり、異常に高い水銀レベルを示すことがある脾臓も試料とした。これらの内臓を採取した試料魚は1973年および1974年に東インド洋で漁獲されたマグロ類29尾(キハダ, *Thunnus albacares*, 11; ピンナガ, *Thunnus alalunga*, 4; メバチ, *Thunnus obesus*, 14) およびカジキ類10尾(クロカジキ, *Makaira mazara*, 5; シロカジキ, *Makaira indica*, 2; マカジキ, *Tetrapturus andax*, 2; パショウカジキ, *Istiophorus platyterus*, 1) で、詳細は前報⁵⁾に示されている。

2・2 セレン分析法

AOAC 法⁶⁾に準拠した。すなわち、試料を硝酸—硫酸—過塩素酸—過酸化水素水系で加熱分解した後、分解液中のセレンを2, 3-ジアミノナフレン (DAN) 錯体として、シクロヘキサンで抽出し、そのケイ光強度からセレン量を計算した。なお、 Fe^{2+} 5~200, Zn^{2+} 5~100, Cu^{2+} 1~32, および Hg^{2+} 0.1~1 μg の共存下におけるセレン測定の結果、これらイオンの存在による測定値への影響はほとんど認められなかった。また、アルデヒドあるいはケトン類の共存は本分析法に対し正誤差の影響を示すと玉利ら⁷⁾は報告している。そこで、分解液をシクロヘキサンで洗浄後、DAN と反応させたが、洗浄を省略した測定値と差を認めなかった。なお、各測定値は5回の測定結果の平均値で示され、変動係数が30%以上となった場合には、測定を繰返した。

3. 結果ならびに考察

3・1 キハダの背肉と血合肉のセレン量の関係

試料魚の体重範囲は4.2~65.5 kg であり、平均体重は35.0 kg であった。背肉および血合肉のセレン量の範囲と平均値を、先に報告した総水銀量⁴⁾(T-Hg) およびメチル水銀量⁸⁾(MeHg) と共に第1表に示す。

Table 1. Selenium and mercury levels in muscle tissues of yellowfin tuna

Tissue	Se($\mu\text{g}/\text{g}$)		T-Hg($\mu\text{g}/\text{g}$)		MeHg($\mu\text{g}/\text{g}$)	
	Mean	Range	Mean	Range	Mean	Range
Dorsal muscle	0.54	0.24—1.04	0.25	0.05—0.48	0.19	0.02—0.41
Dark muscle	5.24	1.48—9.89	0.24	0.08—0.59	0.21	0.04—0.46

Body weight of sample : mean 35.0 kg ; range 4.2—65.5kg.
T-Hg, Total mercury level ; MeHg, methyl mercury level.

血合肉の平均セレン量 ($5.24 \mu\text{g/g}$) は背肉のそれ ($0.54 \mu\text{g/g}$) の約 10 倍であり、両筋肉組織にはほぼ同じレベルで含まれた水銀に比べて興味深い。背肉のセレン量と血合肉のそれとの関係を第 1 図に示す。両者間の

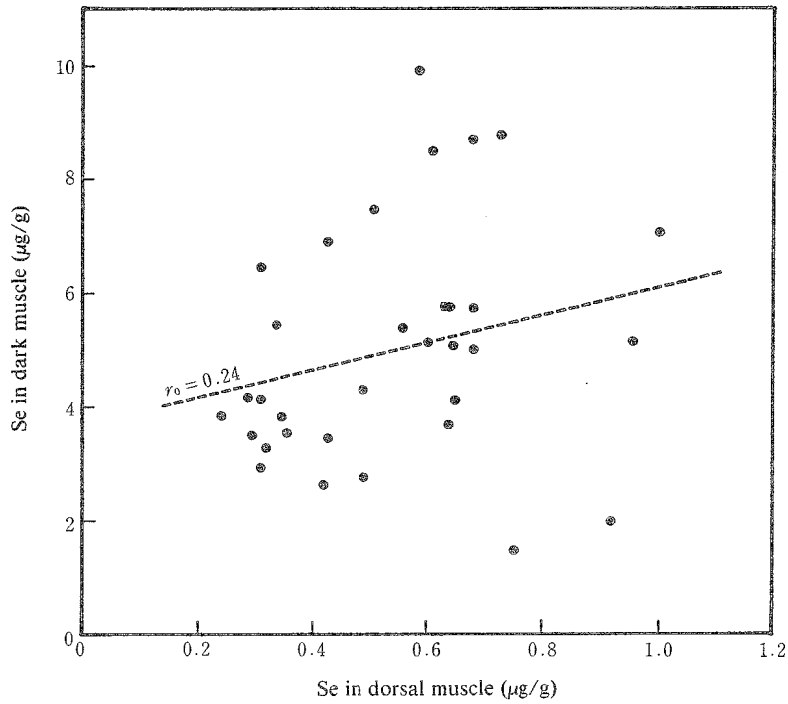


Fig. 1. Relation between selenium level in dorsal and those in dark muscle of yellowfin tuna.

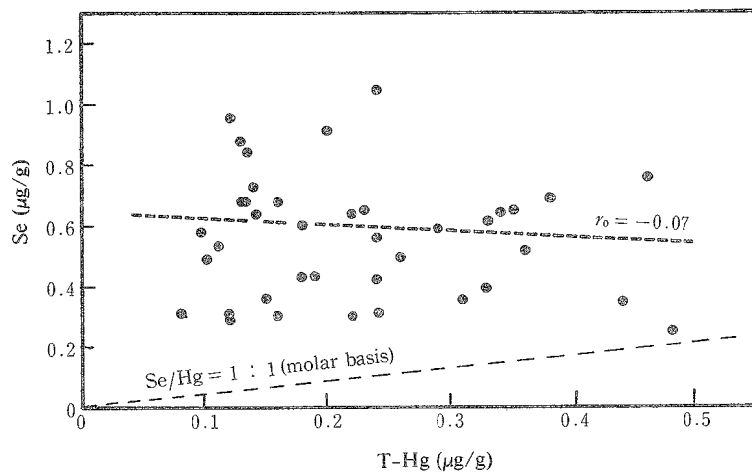


Fig. 2. Relation between total mercury and selenium level in dorsal muscle of yellowfin tuna.

相関係数(r_0)は0.24 [$< r(31, 0.1)$]で、有意の相関は認められなかった。つぎに、セレン量と先に報告した T-Hg⁴⁾との関係を検討し、背肉については第2図、血合肉については第3図に示す。 r_0 はそれぞれ-0.07 および0.02で、両者間に有意の相関は認められなかった。すなわち、キハダ筋肉のセレン量は、T-Hgとは無関係であり、背肉および血合肉ともに、それぞれほぼ一定範囲のレベルにあることが明らかとなった。また、セレンと水銀のモル比(以下Se/Hgと略す)の平均は背肉で平均5.5、血合肉で53.2であり、水銀モル濃度がセレンモル濃度を上回る例はなかった。

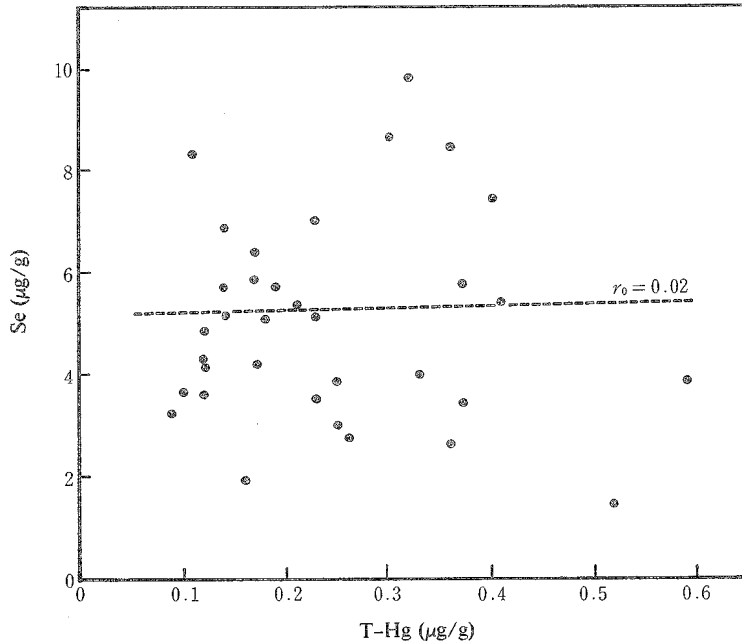


Fig. 3. Relation between total mercury and selenium level in dark muscle of yellowfin tuna.

背肉の Se/Hg と血合肉の Se/Hg との関係を図4に示す。両者の間には、 $r_0=0.64$ [$> r(25, 0.01)$]で正相関が認められた。得られた標本1次回帰式($y=5.583x+30.925$, x :背肉の Se/Hg, y :血合肉の Se/Hg)を式 $y=10x$ に対して F -検定した結果、 $F_e=5.38$ [$< F(2, 25; 0.01)$]となり、血合肉の Se/Hg は背肉のその約10倍とみなされた。既報⁴⁾において背肉の T-Hg と血合肉のそれとはほぼ同じレベルとみなされたことから、血合肉のセレン量は背肉のその約10倍と考えられる。

立川⁹⁾はキハダ筋肉のカドミウム、銅、亜鉛および水銀量を測定し、前3者は背肉より血合肉に多量に含まれることを明らかにしている。また、最近、金属との親和性が高いセレンの性質を利用し、微量重金属分析用試薬として、セレンを含む有機化合物の研究開発が盛んに行なわれている¹⁰⁾。これらのことから、筋肉中のセレン、とくに血合肉のそれは水銀ばかりでなく、他の金属とも密接な関係をもつのではないかと推察できる。また、背肉に比較して生理活性が高い血合肉は内臓の機能を一部もつ¹¹⁾といわれている。そのこともセレン含量の高いことと関連があるのかも知れない。

GANTHERら¹¹⁾はかん詰マグロ肉を使用して、水銀レベルの高い試料と低い試料の T-Hg の差およびセレン量の差を求め、両値からモル比を計算し、その比が1:1となったことから、マグロ肉中の水銀はセレン

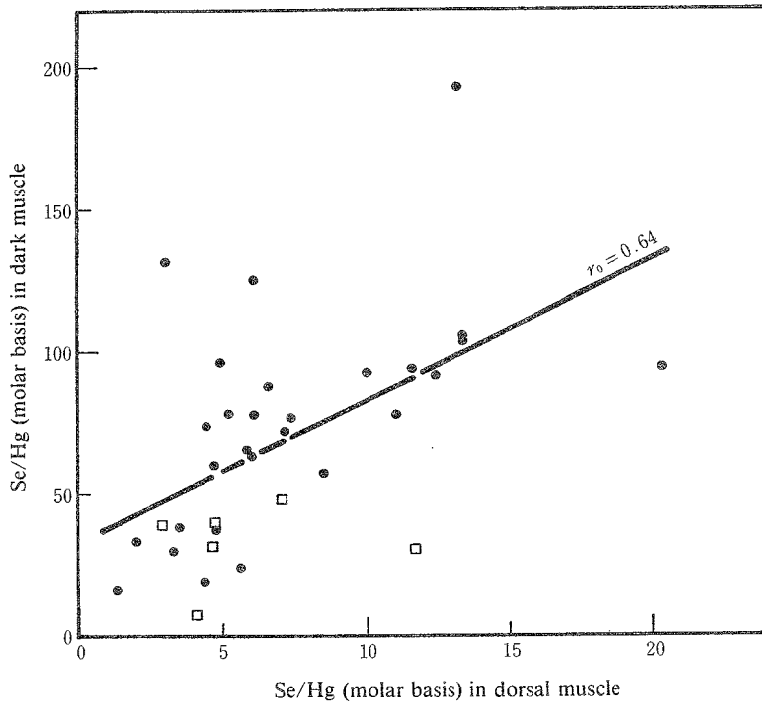


Fig. 4. Relation between Se/Hg (molar basis) in dorsal muscle and that in dark muscle of yellowfin tuna.

□ Denote the samples which were excluded from the statistical evaluations as outliers owing to their mercury level were relatively high for a given fork length as shown in the previous paper⁴⁾.

を伴って吸収蓄積されると考察した。そこで、本実験試料を水銀レベルが平均 T-Hg より高いグループと低いグループに分け、それぞれの群の平均 T-Hg と平均セレン量について、GANTHER と同じ計算を試みた。その結果、筋肉中の水銀 1 モルの増加に対し、セレンは背肉で 0.4 モル減少し、血合肉では 1.7 モル増加するようなことになった。もし、水銀が 1 : 1 の割合でセレンを伴って蓄積すると仮定すると、背肉では、高水銀グループと低水銀グループの T-Hg の差 ($0.20 \mu\text{g/g}$) がともなうセレン量は $0.08 \mu\text{g/g}$ となる。この値は背肉の平均セレン量の約 15% に、また血合肉の場合、約 1.5% にしか相当しない。なお、本実験におけるセレン分析値の変動係数は平均 15% であった。これらのことから、両水銀グループの T-Hg の差に相当するセレン量はこの偏差範囲内に入り、前述の試算の結果はあまり重要な意味をもたないのではないかと考えられる。以上のことから、GANTHER の計算方法の結果だけで、キハダ筋肉中の水銀とセレンの関係を論ずることは困難であろう。

杉浦ら¹²⁾は selenocysteamine がメチル水銀に対し、著しく親和性の高いことを示した。また、住野ら¹³⁾はタンパクに結合したメチル水銀は亜セレン酸により容易に遊離するが、セレンとメチル水銀とは結合していないと報告している。そこで、キハダ筋肉のセレン量と既報の MeHg⁸⁾ との間の相関について検討した。背肉については $r_0 = -0.11$ 、血合肉では $r_0 = 0.07$ という結果が得られ、いずれの場合も、セレン量と MeHg との間に有意の相関は認められなかった。すなわち、筋肉のセレン量は MeHg の多少にかかわらず一定範囲に

あることが明らかとなった。

3・2 キハダ筋肉のセレン量と成長度との関係

背肉および血合肉のセレン量と尾叉長との関係を第5図および第6図に示す。得られた r_0 はそれぞれ -0.16 および 0.02 で、いずれの場合も、セレン量と成長度との間に有意の相関は認められなかった。すなわち、キハダ筋肉のセレン量には成長による増減は認められず、特殊海域を除くと、成長度と水銀レベルとの間に高い相関が認められた既報の結果⁴⁾と対照的な相違が観察された。西垣ら²⁾もキハダ背肉セレン量について、同じような結果を報告している。

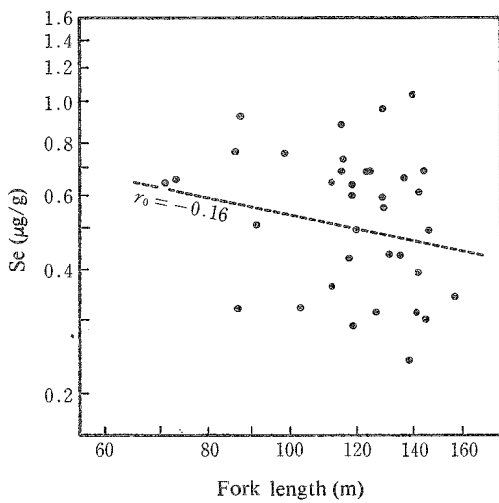


Fig. 5. Relation between selenium level in dorsal muscle and fork length of yellowfin tuna.

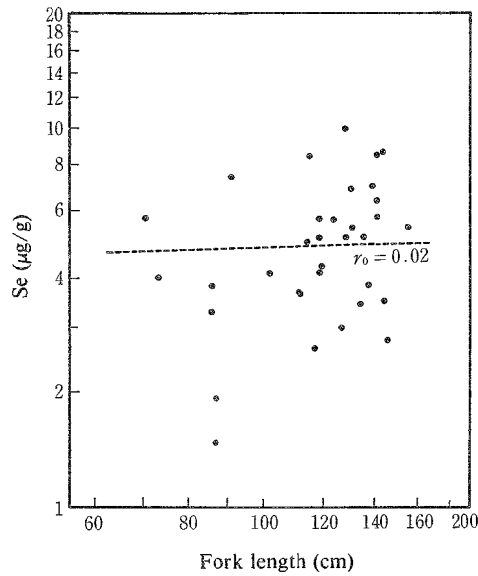


Fig. 6. Relation between selenium level in dark muscle and fork length of yellowfin tuna.

つぎに、キハダ筋肉の Se/Hg と体重との相関を検討した。背肉における結果を第7図に示す。尾叉長 110 cm 以下の幼魚の中に異常に高い水銀レベルを示す試料魚 (6尾) が存在したことを既報⁴⁾に述べた。本実験でも、これらの試料魚を除いて相関係数を求めた結果、 $r_0 = -0.54$ [$>r(28, 0.01)$] で Se/Hg と体重との間に有意の逆相関が認められた。また、血合肉についても同様な処理をした結果、わずかに逆相関 ($r_0 = -0.33$) が認められた。すなわち、成長にともない水銀レベルは高まるが、セレン量はほぼ一定値であること、また水銀レベルにおいて認められた漁獲海域差もセレン量では認められないことが推察される。

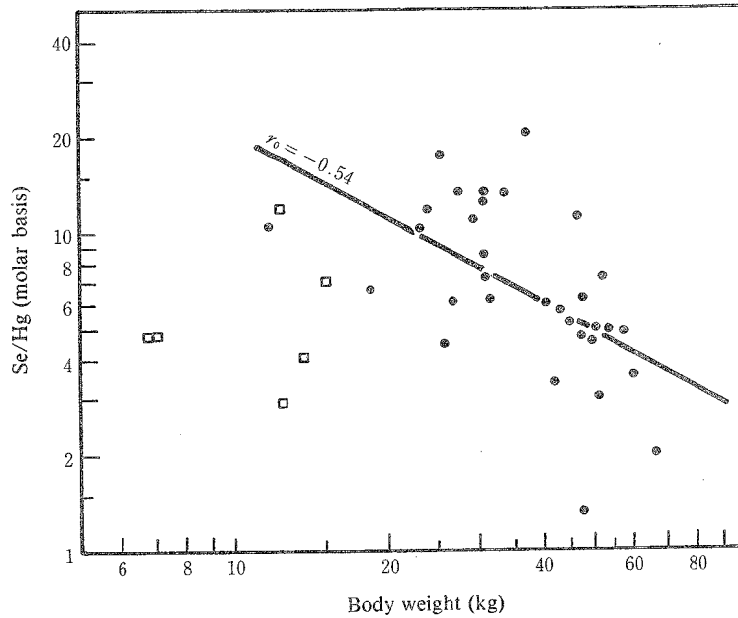


Fig. 7. Relation between Se/Hg (molar basis) in dorsal muscle and body weight of yellowfin tuna.

□ Denote the samples which were excluded from the statistical evaluations as outliers owing to their mercury level were relatively high for a given fork length as shown in the previous paper⁴.

3・3 マグロ類の肝臓と脾臓のセレン量

測定値の範囲、平均値および試料魚の体重を第2表に示す。セレン量の最高値は44.30 (メバチ脾臓)、最低値は11.07 $\mu\text{g/g}$ (メバチ肝臓)であった。また、マグロ類の平均セレン量は肝臓では21.49、脾臓では27.07 $\mu\text{g/g}$ であった。

肝臓および脾臓のセレン量と体重との関係をそれぞれ、第8図および第9図に示す。セレン量と体重の間の相関係数 r_s は、肝臓で0.05、脾臓で0.30であり、ともに有意の相関は認められなかった。

肝臓および脾臓について、セレン量と T-Hg⁵⁾との関係を、それぞれ第10図および第11図に示す。それぞれの r_s は、肝臓では-0.26、脾臓では0.15であり、ともに有意の相関は認められなかった。

肝臓のセレン量と脾臓のそれとの関係は $r_s=0.25$ ($<r(18, 0.1)$) で、両者に有意の相関は認められなかった。前報⁵⁾において、肝臓および脾臓の T-Hg と体重または MeHg との間に高い相関が認められた。しかし、両内臓におけるセレン量は、筋肉のセレン量と同様に、体重や水銀レベルとは無関係であることが判明した。

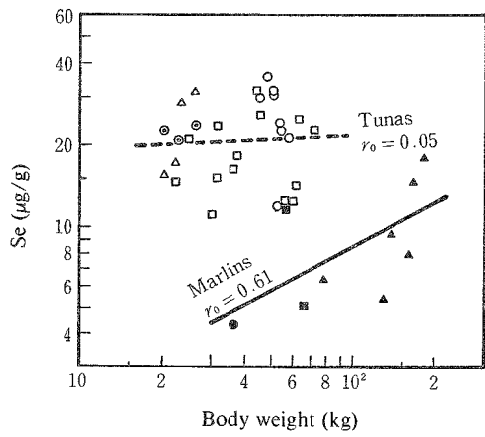


Fig. 8. Relation between selenium level in liver and body weight of tuna and marlin.

Δ , Albacore ; \circ , yellowfin tuna from the Java coast ; \odot , yellowfin tuna from the Sumatra coast ; \square , bigeye tuna ; \triangle , black and blue marlin ; \blacksquare , striped marlin ; \bullet , sailfish.

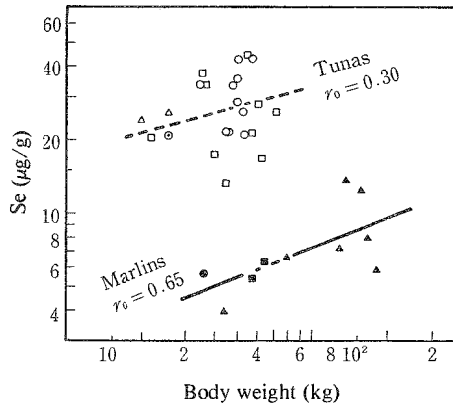


Fig. 9. Relation between selenium level in spleen and body weight of tuna and marlin.

Symbols are the same as in Fig. 8.

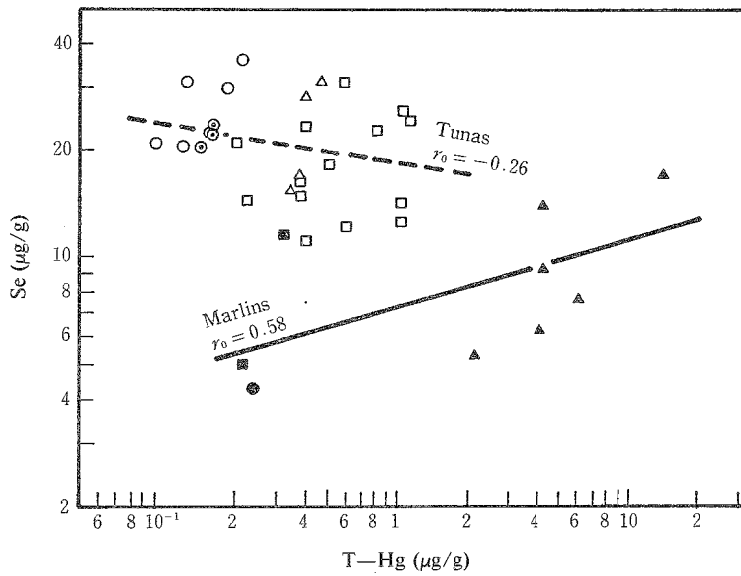


Fig. 10. Relation between total mercury and selenium level in liver of tuna and marlin.

Symbols are the same as in Fig. 8.

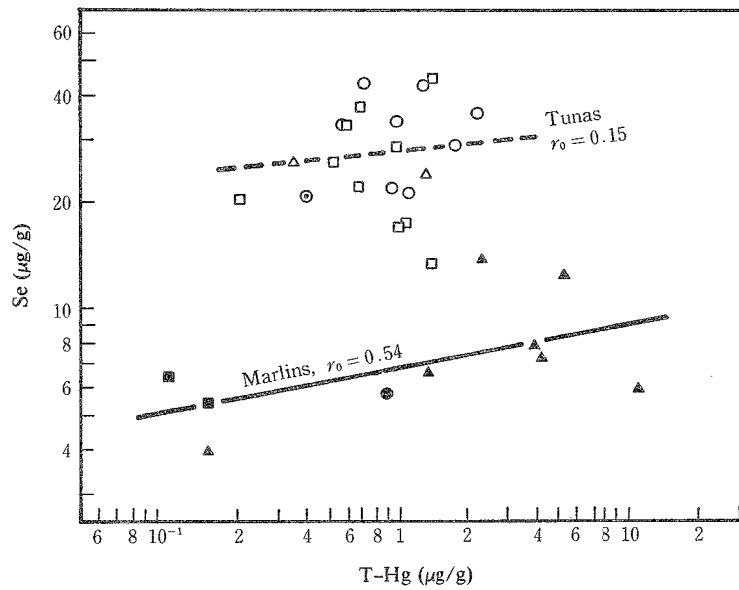


Fig. 11. Relation between total mercury and selenium level in spleen of tuna and marlin.

Symbols are the same as in Fig. 8.

3・4 カジキ類の肝臓と脾臓のセレン量

測定値の範囲、平均値および試料魚の体重を第2表に示す。セレン量の最高値は17.72(クロカジキ肝臓)、最低値は3.98 $\mu\text{g/g}$ (クロカジキ脾臓)であった。また、カジキ類の平均セレン量は、肝臓では9.04、脾臓では7.16 $\mu\text{g/g}$ となり、マグロ類の値に比較し、いずれも低い値を示した。

Table 2. Selenium level in viscera of tuna, marlin and sailfish

Species	Number sampled	Body weight(kg)		Tissue	Se($\mu\text{g/g}$)	
		Mean	Range		Mean	Range
Yellowfin tuna (<i>Thunnus albacares</i>)	11	42.7	20.0-57.0	liver	24.44	11.76-35.93
				spleen	29.72	20.91-42.53
Albacore (<i>Thunnus alalunga</i>)	4	22.0	19.0-26.0	liver	22.96	15.44-30.63
				spleen	21.16	13.71-25.93
Bigeye tuna (<i>Thunnus obesus</i>)	14	43.2	24.5-84.0	liver	18.76	11.07-30.53
				spleen	25.94	13.23-44.30
Blue marlin (<i>Makaira mazara</i>)	4	127.8	44.0-179.0	liver	10.04	5.34-17.72
				spleen	7.61	3.98-13.47
Black marlin (<i>Makaira indica</i>)	2	—	78.0, 162.0	liver	10.15	6.24, 14.05
				spleen	7.21	6.50, 7.91
Striped marlin (<i>Tetrapturus audax</i>)	2	—	56.0, 65.0	liver	8.28	5.03, 11.52
				spleen	5.89	5.42, 6.35
Sailfish (<i>Istiophorus platyterus</i>)	1	—	36.0	liver	—	4.35
				spleen	—	5.72

肝臓および脾臓について、セレン量と体重との関係を、それぞれ第8図および第9図に示す。前者では、 $r_0=0.61 (>r(7, 0.1))$ 、後者では、 $r_0=0.65 (>r(7, 0.1))$ となり、いずれも相関が認められた。すなわち、カジキ類では、マグロ類と異なり、成長にともない肝臓および脾臓のセレン量が増大するものと推察される。

カジキ類の肝臓および脾臓について、セレン量と T-Hg⁵⁾ との関係を、それぞれ第10図および第11図に示す。肝臓では、 $r_0=0.58$ 、脾臓では $r_0=0.54$ となり、ともに $\alpha=0.1$ 水準で、セレン量と T-Hg との間に有意の相関が認められた。また、肝臓のセレン量と脾臓のそれとの関係は、 $r_0=0.06$ で、両者間に有意の相関は認められなかった。

3・5 マグロ・カジキ両類のセレン量の比較

マグロ類の場合、肝臓または脾臓のセレン量と体重あるいは T-Hg との間に有意の相関が認められなかった。しかし、カジキ類では、低い水準ながら、これら間に有意の相関が認められ、マグロ類とは異なる傾向が観察された。そこで、前述の GANTHER の推定、すなわち、水銀は1:1のモル比でセレンを伴って、魚体に吸収蓄積されると仮定して、肝臓および脾臓について、T-Hg の最高値と最低値の差 ($\Delta T-Hg, \mu g/g$) に相当する (モル比1:1) セレン量 ($\Delta Se, \mu g/g$) を求め、 ΔSe と各組織の平均セレン量 ($\bar{Se}, \mu g/g$) との比 ($\Delta Se/\bar{Se}$) を算出した。これらの値および体重に対するセレン量の相関係数 r_0 を第3表に示す。マグロ類では、肝臓および脾臓ともに、 $\Delta Se/\bar{Se}$ がカジキ類に比べて小さかった。このことは、マグロ類では、basal selenium level とみなされる \bar{Se} が相対的に高く、反対に T-Hg の増加に伴われたセレン量 (ΔSe) が非常に低いことを意味している。

Table 3. Effect of selenium accompanied by mercury to correlation coefficient

Species	Tissue	Mean T-Hg ($\mu g/g$)	Mean Se(\bar{Se}) ($\mu g/g$)	$\Delta(T-Hg)$ ($\mu g/g$)	ΔSe ($\mu g/g$)	$\Delta Se/\bar{Se}$ (%)	r_0	
Yellowfin tuna	dorsal muscle	0.25	0.54	0.40	0.16	29.6	-0.16	
"	"	dark muscle	0.24	5.24	0.51	0.20	3.8	0.02
Tunas	liver	0.42	21.49	1.12	0.44	2.0	0.05	
"	spleen	0.83	27.07	1.93	0.75	2.8	0.30	
Marlins	liver	3.61	9.04	14.22	5.60	61.9	0.61*	
"	spleen	2.94	7.16	11.00	4.33	60.5	0.65*	

* Significant at 0.1 level.

$\Delta(T-Hg)$, The difference between maximum and minimum mercury level in the determinations ; ΔSe , increment in selenium which is estimated by the assumption that mercury is accumulated accompanying selenium in the equivalent mole ; r_0 , correlation coefficient of selenium level to fork length or body weight.

一方、カジキ類では、basal selenium level が比較的到低く、 ΔSe が大きかったので、その $\Delta Se/\bar{Se}$ はマグロ類のそれの約30倍の大きな値となったと考えられる。すなわち、マグロ類では、成長とは無関係に存在すると推測されるセレン量に比べ、成長に伴い水銀とともに吸収されるセレン量の割合が極めて小さく (2~3%)、カジキ類では、反対に、その割合が極めて大きい (60~62%) と判断した。また、これらの理由により、カジキ類では、成長度 (あるいは T-Hg) とセレン量との間に有意の相関が認められ、マグロ類では、それが認められなかったものと推論した。

なお、セレン分析にケイ光法を使用する場合、その精度を考慮する必要がある。すなわち、 ΔSe がとくに小さい場合には、ケイ光分析法の平均変動係数 (本実験では約15%) 内に $\Delta Se/\bar{Se}$ が入り、成長度 (あるいは T-Hg) とセレン量との関係を論ずることが困難となる。

キハダ筋肉について、同様に、 $\Delta Se/\bar{Se}$ を求めると、背肉で29.6、血合肉で3.8% (第3表) であった。

これらの値はカジキ類の肝臓および脾臓に比べて小さく、そのため、成長度とセレン量との間に相関が認められなかったものと推察した。

カジキ類の肝臓および脾臓の MeHg は T-Hg に比べて低いことを先に報告し⁹⁾、SHULTZら¹⁴⁾もハワイ沖のクロカジキについて同じような結果を得ており、その差を無機態水銀と推定している。そこで、マグロ・カジキ両類の肝臓および脾臓のセレン量と前報の MeHg⁹⁾との間の相関を検討したが、いずれも有意の相関を認めなかった。

既に、マグロおよびカジキ類とも、肝臓のセレン量と脾臓のそれとの間に有意の相関がないことを述べたが、魚種にこだわらず、遠洋性大形魚として一括し、肝臓のセレン量と脾臓のそれとの関係を第12図に示した。すなわち、 $r_0=0.62$ ($>r(27, 0.01)$) で両者間に有意の相関が認められた。そこで、得られた標本回帰式 ($\log y = a \log x + b$, $a=0.725$, $b=0.394$) の係数 a が1と、また b が0とみなされるかどうかを t -検定した。その結果、 $t_a=-1.54$, $t_b=1.57$ および $F_e=2.43$ ($<F(2, 27; 0.01)$) となり、マグロ・カジキ両類として考慮すれば、肝臓のセレン量と脾臓のそれとはほぼ同じレベルにあるといえる。

つぎに、マグロ類およびカジキ類の肝臓について、魚種にこだわらず、Se/Hg と体重との関係を検討し、その結果を第13図に示す。両者間には、 $r_0=-0.74$ ($>r(34, 0.01)$) で有意の逆相関が認められた。得られた標本回帰式 ($\log y = -1.826 \log x + 4.956$, x : 体重, y : Se/Hg) から体重 20 kg と 200 kg の試料魚の肝臓の Se/Hg を求めると、前者は約 380、後者は約 6 となる。このように、マグロ・カジキ類では成長に伴う Se/Hg の著しい減少が認められた。これは成長に伴う T-Hg の著しい増大に比べ、 Δ Se の変化域が小さいことと関連しているのであろう。

また、第13図において、ジャワ沖で漁獲されたキハダの肝臓の Sg/Hg はスマトラ沖のそれに比較して、体重の割に高い値を示し、回帰直線からの偏りが明らかに大きい。前述のように、セレン量だけでは漁獲

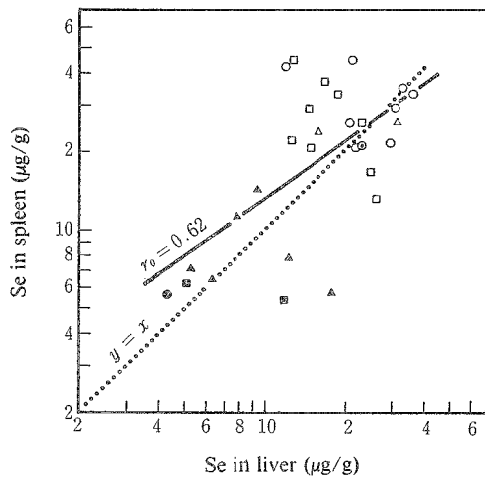


Fig. 12. Relation between selenium level in liver and that in spleen of tuna and marlin.

Symbols are the same as in Fig. 8.

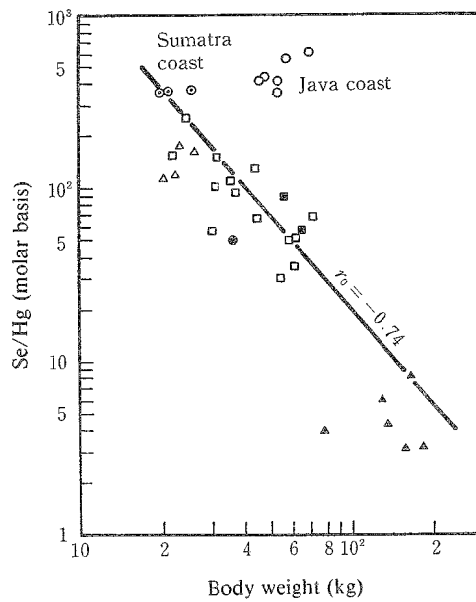


Fig. 13. Relation between Se/Hg (molar basis) in liver and body weight of tuna and marlin.

Symbols are the same as in Fig. 8.

海域による差は観察されなかったが、Se/Hg から考察すれば、あるいは、漁獲海域による差が認められるか
 もしれず、今後の解明に期待したい。なお、脾臓についても、肝臓とほとんど同じ結果 ($\log y = -1.691 \log x +$
 4.63 , $r_0 = -0.75$) が得られた。

4. 要 約

キハダ39尾の筋肉とマグロ類29尾、カジキ類10尾の肝臓と脾臓のセレン量を分析して、つぎのような結
 果を得た。

1. キハダの背肉と血合肉の平均セレン量は、それぞれ、 0.54 と $5.24 \mu\text{g/g}$ で、血合肉の値は背肉のそれ
 の約10倍と考えられる。

2. キハダ筋肉のセレン量と尾叉長、総水銀量、またはメチル水銀量との間に相関はなかった。また、背
 肉と血合肉とのセレン量の間にも相関はなかった。しかし、筋肉中のセレンと水銀のモル比 (Se/Hg) と体重
 の間には逆相関が、また、背肉と血合肉の Se/Hg の間には相関が ($\alpha = 0.01$ または 0.1 水準) それぞれ認
 められた。

3. マグロ類の肝臓と脾臓のセレン量の平均は、それぞれ、 21.49 と $27.07 \mu\text{g/g}$ であった。これに対し、
 カジキ類のそれぞれの値は、 9.04 と $7.16 \mu\text{g/g}$ で、マグロ類の値の約 $\frac{1}{2}$ ~ $\frac{1}{3}$ であった。

4. マグロ・カジキ両類を一括すると、肝臓と脾臓のセレン量は $\alpha = 0.01$ 水準で同じレベルにあると考え
 られる。

5. マグロ類の肝臓と脾臓のセレン量と体重、総水銀量またはメチル水銀量との間には相関が認められな
 かった。しかし、カジキ類の場合は、そのセレン量と体重または総水銀量との間に相関が認められた ($\alpha = 0.1$
 水準)。これらのことは、水銀は1:1のモル比でセレンを伴って吸収蓄積されると仮定した時、その吸収
 蓄積セレン量の全セレン量に対する割合が小さい時には、相関が認められず、その割合が比較的大きい場合
 には、相関が認められるのであろう。

6. マグロ・カジキ両類の肝臓または脾臓の Se/Hg と体重との間には、両類を通じて逆相関 ($\alpha = 0.01$ 水
 準) が認められ、魚種に無関係に体重と Se/Hg との間に密接な関係が存在するものと考えられる。

本研究は、農林水産技術会議特別研究費によったものである。本研究の実施にあたり、実験に協力された
 萩原建三、平野雅史、および山本利通の諸氏に感謝する。また、試料魚を採取、提供された本校練習船耕洋丸片
 岡船長以下乗組員の方々およびケイ光分光光度計の使用を許可された本校武居 薫助教授にお礼申しあげる。

文 献

- 1) GANTHER, H. E., and M. L. SUNDE, 1974: *J. Food Science*, **39**, 1.
- 2) 西垣 進・田村行弘・真木俊夫・嶋村保洋・落合節子, 1977: 水銀とセレン (鈴木巖美・大井 玄・井
 村伸正編), 篠原出版, 東京, pp. 51-63.
- 3) 中川西剛・山中英明・菊池武昭, 1976: 食衛誌, **17**, 374.
- 4) 武田道夫・稲益猷二・越川虎吉・上田 正・中野道紀・富田輝雄・浜田盛承, 1976: 本報告, **25**, 47.
- 5) 武田道夫・上田 正, 1977: 本報告, **26**, 251.
- 6) HORWITZ, W. (ed.), 1975: Official Methods of Analysis of the AOAC, 12th ed., AOAC, Washington, pp.
 455-456.

- 7) 玉利祐三・西川泰治・平木敬三, 1977: 日本化学会第36春季年会講演予稿集-I, 501.
- 8) 上田 正・武田道夫, 1977: 日水誌, **43**, 1115.
- 9) 立川 涼, 1974: 私信 (愛媛大学農学部).
- 10) 関戸栄一, 1975: 新しい有機試薬・有機反応と微量分析 (日本分析化学会近畿支部等編), 化学同人, 京都, pp.21-34.
- 11) 日比谷 京, 1975: 白味の魚と赤味の魚 (日本水産学会編), 恒星社厚生閣, 東京, pp. 19-27.
- 12) SUGIURA, Y., Y. HOJO, Y. TAMAI, and H. TANAKA, 1976: *J. Am. Chem. Soc.*, **98**, 2339.
- 13) SUMINO, K., R. YAMAMOTO, and S. KITAMURA, 1977: *Nature*, **268**, 73.
- 14) SHULTZ, C. D. and D. CREAR, 1976: *Pacific Science*, **30**, 101.