魚肉のビタミンAに関する研究—I. 魚体の部位によるビタミンA含量の差異

平尾秀一・山田充阿彌・菊地嶺
(東海区水産研究所)

Vitamin A in Fish Meat—I.

Variation in the Vitamin A Content in Fish Meat by the Anatomical Locality
Shuichi HIRAO, Juami YAMADA and Ryō KIKUCHI

Because we Japanese are taking about 80 per cent of animal protein in the diet from marine products, it is important to know the amount of vitamin A contained in fish which may fluctuate depending on species, anatomical part, growth, season and other biological factors. However, a very few information are available for the vitamin A content in fish meat other than the liver and viscera of fish, though research on the latter items has made a considerable progress. In this connection it has been thought that the biochemical study of vitamin A distributed in different parts of the fish body may throw light on significance of fluctuation in the vitamin A content of fish, which would be almost inaccessible from studies on the liver and viscera alone. The present paper deals with the result from research conducted for these purposes. Relationship between the vitamin A and oil contents in fish is also discussed here. The following is a summary of important findings from the study.

1. Vitamin A differs in amount depending on the anatomical locality even in the same sample of fish. The difference was remarkable in some cases, but it was not in others (Tables 1, 2, 3 and 4).
2. The locality of meat where vitamin A was found rich varied from sample to sample of fish. It was observed that order of the vitamin A content was hardly constant with the general locality of the body even in the same or allied species.
3. However, when a deeper layer and a surface layer of the dorsal muscle of salmon were compared, vitamin A was determined higher with the former than with the latter (Table 2 and Fig. 1).
4. In case of big-eyed tuna, several layers of the anterior muscle were compared with the corresponding layers of the posterior body. As a rule, the vitamin A content was found higher anteriorly than it was posteriorly (Table 4 and Fig. 3).
5. Relationship between the oil content of white meat (F%) and the vitamin A concentration in oil (A in I.U. per gram) of the meat varied considerably depending on the anatomical locality. The relation may be represented by the following equation :

$$\log A = b - a \log F$$

where a and b are constant but vary depending on individual even of the same species (Fig. 4 and Fig. 5)

Judging from the above equation, the vitamin A content, i.e., AF, at an anatomical locality may be assumed that :

when $a > 1$, the lower the oil content is, the higher AF ;

when $a = 1$, AF is constant regardless of the oil content ;

when $a < 1$, AF is in proportion to the oil content.

The result obtained from our research has proved the existence of these three types of the relationship in accordance with the anatomical locality as well as species of fish.

緒 言

従来魚類或は鯨類の内臓殊に肝臓中のビタミンA含量については相当に詳しく調査研究せられている。しかし可食部である肉のビタミンA含量に関しては殆ど調査が行われて居らず従来の食品分析表等にも魚肉及びその加工品のビタミンA含量は殆ど記載されていない状態である。云うまでもなく我々日本人は世界でも有数の魚食民族であつて食糧中の動物性蛋白質の約 80 %は魚介類から摂っているが、その反面厚生省の調査によると我國民のビタミンA摂取量の約 97 %以上は植物性カロチンであるとされ魚介類からのそれは全く問題にされていない。これは魚肉のビタミンA含量についての信頼すべき資料がないためであるが、我々がこの数年間本邦産の主要魚類の肉について研究した結果、魚肉は一般に牛豚肉に比し遙かに多量のビタミンAを含む事が明かとなつた。これらの数値を計算に入れると前記の日本人の動物源のビタミンAの摂取量の割合は訂正を要することになる。

魚肉中のビタミンA含量は魚種、漁期、年令等の条件によつて可成の相違があるから食品としての見地からビタミンA含量を調査する上にも十分これらの条件は考慮に入れる必要があるが、又一方生化学的な見地から魚体中のビタミンAの消長を研究する場合、単に肝臓或は内臓中のそれを調べただけでは合理的な解釈のつきにくい諸問題も、この魚肉中のビタミンAの消長を研究する事により解決出来る点が多いと考えた。

本報に於ては魚体の部位によるビタミンA含量の差異及び体各部の肉の含油量とその脂質のビタミンA濃度との関係について得られた結果をまとめて報告する。

実 験 方 法

供試魚はすべて出来るだけ鮮度のよいものを用い、内臓を除いて後魚体を丁寧に水洗し皮と血合肉を分けてから体各部の肉を採取し夫々含油量、ビタミンA含量を測定した。ビタミンAの定量法は先に著者等が報告した方法により、なお必要に応じて操作に多少の変更を加えた。供試魚の体長、体重、内臓重量等は第1表に示す。

Table 1. Morphometric data of the sample.

魚 種 Species	性別 Sex	全長 Total length cm	体長 Body length cm	体 重 Body weight g	肝 臓 重 量 Liver weight g	幽門垂 重 量 Pyrolic caeca weight g	生殖巣 重 量 Ovary weight g	備 考 Notes
サ ケ (I) <i>Oncorhynchus keta</i>	♀	62.8	55.7	2800	103.5	71	215	1953.9 月 日魯 漁業から購入
サ ケ (II) "	♂	59.5	51.0	2280	43	140	—	同上
ベニマス " <i>nerka</i>	♂	49.5	42.5	1150	16	25	23	同上

カラフトマス " <i>gorbuscha</i>	合	49.0	44.0	1445	26.5	57	37	同上
ワラサ (I) <i>Seriola quinqueradiata</i>	—	67.5	54.5	3220	—	—	—	1953.5.16 築地市場にて購入
ワラサ (II) "	—	68.0	55.5	3020	—	—	—	同上
カツオ <i>Euthynnus pelamys</i>	合	68.5	59.2	6070	47.2	59.5	115	1952.8.11 沼津魚市場にて購入
シイラ <i>Coryphaena hippurus</i>	♀	112	85	6290	117	140	422	同上
キンメダイ <i>Beryx splendens</i>	—	32.0	26.1	45.5	2.0	—	—	1953.8.18 真鶴魚市場にて購入
ヘラフナ <i>Carassius carassius</i>	♀	39.5	32.5	1020	肝臓 26.5	—	154	1953.3.10 茨城県神崎産
メバチ <i>Parathunnus sibi</i>	—	—	121	27000	—	—	—	1953.7.16 11~12° 169~170°にて漁獲

第2表 鮭類体各部のビタミンA含量

Table 2. Vitamin A of salmon by anatomical locality.

魚種 Species	部位 Locality (See Fig. 1)	肉 100g 中ビ タ ミ ン A Vitamin A in 100g of meat I. U.	含油量 Oil content %	脂質のビ タ ミ ン A 濃 度 Vitamin A in oil I. U./g
サケⅠ <i>Oncorhynchus keta</i>	1	88	2.12	41.4
	2 内側 deep layer	102	1.42	72.0
	2 外側 surface layer	100	3.71	27.0
	3	94	1.42	66.4
	4 a	105	3.81	27.9
	4 b	113	5.71	19.75
	4 c	106	10.82	9.82
	5	85	9.50	8.84
サケⅡ "	1	50	2.69	18.6
	2 内側 deep layer	69	1.31	53.0
	2 外側 surface layer	58	3.22	18.0
	3 上部 upper side	70	2.58	27.0
	3 下部 lower side	66	2.24	29.6
	4 a	72	2.64	27.3
	4 b	66	6.82	9.6
	4 c	78	10.51	7.4
	血合前部 anterior dark meat	146	28.58	5.1
	血合後部 posterior dark meat	88	15.93	5.5
ベニマス " <i>nerka</i>	1	489	6.06	80.6
	2 内側 deep layer	516	2.39	216.0
	2 外側 surface layer	454	6.02	75.5
	3 上部 upper side	598	3.52	170.0
	3 下部 lower side	602	3.74	161.0
	4 a	468	6.15	76.0
	4 c	401	11.2	35.8
	血合 dark meat	407	19.2	21.2
カラフトマス " <i>gorbuscha</i>	2 内側 deep layer	109	1.81	60.2
	2 外側 surface layer	68	1.91	35.5
	3	146	2.15	68.0
	4 a	108	2.05	52.5
	4 b	127	5.18	24.6
	4 c	146	12.2	12.0
	血合 dark meat	244	12.85	19.0

実験結果

I. 体各部の肉のビタミンA含量

a) サケ, ベニマス, カラフトマス

魚体を第1図に示す如き部分に分け各部の肉のビタミンA濃度を測定した。試料は魚体の一方の側（頭部を左にして上側）からのみ採取した。その結果は第2表に示す如くである。

同一魚体内でも部位により肉のビタミンA含量に相違のある事が認められる。なお含油量及脂質のビタミンA濃度は肉のビタミンA含量に比べれば遙に部位による相違が著しい。

Table 2.

第1図 サケ, マス類に於ける試料採取部位を示す

Fig. 1 Position where meat is taken from Salmon in

類肉（1の部分）は稍低く、サケ、カラフトマスでは腹部の肉が稍高いが、ベニマスに於ては反対に腹部の肉は稍低く、又尾部の肉が高い結果となった。

血合肉と普通肉とのビタミンA含量を比較するとサケ、カラフトマスでは血合肉の方が遙かに高いがベニマスではむしろ反対であつた。

肉の含油量とその脂質のビタミンA濃度との関係については別項に述べる。

b) ワラサ, カツオ, シイラ, キンメ, フナ。

魚体を第1図に示す如き部分に分けて前項と同様に試料を採取しビタミンA含量を測定して第3表の結果を得た。

Table 3.

第2図 ワラサ, カツオ, シイラ, キンメダイ, ヘラフナに於ける試料採取部位を示す

Fig. 2 Position where meat is taken from fishes in

含油量の低い部位の脂質は、含油量の高い部位の脂質よりもビタミンA濃度が高い事が認められる。

c) メパチ

メパチにつき魚体を第3図の点線に示す如く横断し体の前部と尾部との相対応する部分の肉を採取してビタミンAを測定し第4表の結果を得た。肉のビタミンA含量は部位により著しい相違はないが、背びれに沿った部分の肉が稍高く腹肉は低く血合肉はその中間の値を示した。

第2表にみる如く普通肉のビタミンA含量はサケに於ては部位による相違はあまり著しくはなく、カラフトマスに於ても一ヶ所（2の外側）を除き大体同程度であるがベニマスに於ては稍開きが大きかつた。各試料魚につき背の中央部（2の部分）の肉を表層と深部とに分けて測定を行つたが何れも深部の肉の方がビタミンA含量が稍高い結果が得られた。其他の部位について強いて相違を論ずれば、何れの魚体に於ても

ワラサの2試料は同時に入手したほぼ同大（但し性別は不明であつたが）のものであるが試料Ⅰの方は部位により普通肉のビタミンA含量に相当の開きがあるのに対し試料Ⅱの方は著しい差が見られなかつた。カツオ、シイラに於ても部位による差は少ないが、キンメに於ては稍著しく、フナに於ては数倍の開きが見られた。

何れの魚種に於ても含油量及び脂質のビタミンA濃度は部位による相違が大きく、

第3図 メバチに於ける試料肉採取部位

Fig. 3 Position where meat is taken from big-eyed tuna in Table 4.

第4図 魚体各部に於ける肉の含油量と脂質のビタミンA濃度との関係

Fig. 4 Relation between the oil content and the vitamin A concentrate in the oil of fishes.

体の前部と尾部との肉を比較すると各対応する部分は何れも尾部の方がビタミンA含量が低くなっている事が認められる。

今迄に掲げた9種の魚類について肉のどの部位にビタミンA含量が高いかを通観してみると、普通肉に於てはサケ、カラフトマス、ワラサ、キンメダイは腹肉が稍高いが、ベニマス、フナ、メバチに於てはその反対であり、ベニマス、カツオでは尾部が稍高かったがメバチでは尾部は低く、シイラではこれらの関係は明瞭でなく、結局これらの魚種に共通な順位は認められない。

血合肉はベニマス、メバチを除けば、各魚種何れも普通肉よりもビタミンA含量が高い。

Ⅱ. 肉の含油量とその脂質のビタミンA濃度との関係

前記の諸結果より普通肉について肉の含油量とその脂質のビタミンA濃度との関係を見ると、同一魚体に於ては前述せる如く含油量の低い部位の脂質はビタミンA濃度が高く、含油量の高い部位の脂質はビタミン

第3表 魚体各部の肉のビタミンA含量

Table 3. Vitamin A of various fish by anatomical locality.

魚 種 Species	部 位 Locality (See Fig 2)	肉 100g 中ビタ ミンA Vitamin A in 100g of meat I. U.	含 油 量 Oil content %	脂質のビタミン A濃度 Vitamin A in oil I. U./g
ワラサ I <i>Seriola</i> <i>quinqueradia</i>	1	16	1.18	13.7
	2	16	1.27	12.7
	3	15	0.68	21.5
	4	35	4.90	7.2
	5	42	5.97	6.95
	血合 dark meat	104	5.65	18.4
ワラサ II "	1	21	0.19	108.0
	2	18	0.13	137.0
	3	22	0.30	71.8
	4	17	0.54	30.0
	5	22	0.27	83.3
	血合 dark meat	53	1.70	31.2
カツオ <i>Euthynnus</i> <i>pelamys</i>	1	31	0.16	195.0
	3 上部 upper side	26	0.13	202.0
	3 下部 lower side	25	0.14	180.5
	4	17	0.93	18.1
	血合 dark meat	44	2.56	17.0
シイラ <i>Coryphaena</i> <i>hippurus</i>	1	29	0.63	46.2
	3 上部 upper side	20	0.11	185.0
	3 下部 lower side	25	0.39	65.0
	4	28	0.30	95.4
キンメダイ <i>Beryx</i> <i>splendens</i>	3	146	1.90	76.8
	4	234	8.13	28.7
	胸びれ付根の肉 pectoral meat	180	4.29	42.1
ヘラフナ <i>Carassius</i> <i>carassius</i>	1	67	0.28	240.0
	2	34	0.36	93.5
	3	27	0.57	47.5
	4	9	0.93	9.5
	5	14	0.98	13.8

第4表 メバチ肉のビタミンA

Table 4. Vitamin A of big-eyed tuna by anatomical locality

部 位 Locality (See Fig. 3)	肉100g 中ビタミンA Vitamin A in 100g of meat I. U.	含 油 量 Oil content %	肉油のビタミンA濃 度 Vitamin A in oil I. U./g
1	187	1.16	161
2	100	0.21	478
3	86	0.32	270
4	87	3.37	25.9
1'	140	1.12	125.5
2'	87	0.59	147
4'	84	1.62	52.2
血合前部 anterior dark meat	155	2.71	57.3
血合尾部 posterior dark meat	103	1.26	82.0

第5図 魚体各部に於ける肉の含油量と脂質のビタミンA濃度との関係
 Fig. 5 Relation between the oil content and the vitamin A concentrate in the oil of fishes.

A濃度が低い傾向が認められる。即ち両者の関係を図示してみると第4図の如き曲線が得られる。

含油量 (F%) と脂質のビタミンA濃度 (A I. U/g) とを夫々対数にて図示すれば第5図の如くになり、両者の間には直線的関係が存在する事が知られる。即ち両者の関係は次式で表わされる。

$$\log A = b - a \log F \dots\dots\dots (1)$$

(但し a, b は 常数で魚種が同じでも個体により異なる。)

この式は東²⁾がマメヌケ、オオサガ、スケソウの肝臓の含油量とその肝油のビタミンA濃度とについて、肝臓の含油量以外の諸条件がほぼ等しい様な多数の個体については、両者の間に一定の関係が成立するとして提出した式と同一である。なお氏はマメヌケ、オオサガに於てはこの式がよく適合し、スケソウに於ては SCHMIDT-NIELSEN 等が提出した式

$$F = b - a \log A \dots\dots\dots (2)$$

の方が一層よく適合するが (1) 式でも大なる不都合はないと述べて居られるが、我々の魚肉についての実験結果ではワラサの I 例を除き何れも (1) 式の方によく適合する事が認められた。

然し血合肉についてみると、ベニマス及びメバチのそれは普通肉に於ける (1) 式の関係为满足するが、サケ、カラフトマス、カツオに於てはそうでなく、特にワラサに於ては甚しくこの関係から離れ (1) 式の示す直線の遙か上方にあり云換えれば、血合肉は含油量、脂質のビタミンA濃度共に普通肉よりは遙かに高い。これは血合肉が脂質及びビタミンAに関して普通肉とは全く異つた生理作用を営んでいる事を示しているものと考えられる。

Ⅲ. 肉のビタミンA含量と含油量との関係

前記の実験結果によれば例えばサケに於ては普通肉のビタミンA含量は含油量の如何に拘らず部位により大差なく、メバチでは含油量の高い部位程、肉のビタミンA含量も高く、フナでは含油量の低い部位程肉のビタミンA含量が高い傾向が見られる。そこでこの関係を (1) 式から考えてみると、

$$(1) \text{ 式 } \log A + a \log F = b \text{ より}$$

$$AF^a = K \quad K = \text{const.}$$

を得る。魚肉 100g 中のビタミンA含量を V とすると

$$V = AF = KF^{1-a}$$

$$\frac{dV}{dF} = (1-a) KF^{-a}$$

Table 5. Value of "a" as in $AF^a = \text{const.}$

魚 種 Species	$AF^a = \text{const.}$ に於ける a の値
サ ケ I Dog salmon	0.96
" II "	0.99
ベ ニ マ ス Pink salmon	1.25
カラフトマス Humpback salmon	0.94
ワ ラ サ I Yellowtail	0.52
" II "	1.00
カ ツ オ Skipjack	1.17
シ イ ラ Dolphin	0.86
キンメダイ <i>Beryx splendens</i>	0.67
ヘ ラ フ ナ <i>Carassius carassius</i>	2.51
メ バ チ Big-eyed tuna	1.04

故に

i) $a > 1$ なる場合は $dV/dF < 0$ であり含油量の低い部位程、肉のビタミン含量は大である。

ii) $a = 1$ なる場合は $dV/dF = 0$ であり含油量の如何にかかわらず、肉のビタミンA含量は一定である。

iii) $a < 1$ なる場合は $dV/dF > 0$ であり含油量の高い部位程、肉のビタミンA含量も高くなる。

事が知られる。実験値からこの a を求めてみると、第5表に示す様にフナ

に於ては $a = 2.51$ で (i) の場合に相当し、サケ II では $a = 0.99$ で (ii) の場合に近く、ワラサ I は $a = 0.52$ で (iii) に相当する。但しワラサ II は $a = 1.00$ で (i) の場合に相当するから同一魚種に於てもこの

a の値は一定したものではなく、種々の生理的条件により変化するものと考えられる。

考 察

血合肉は普通肉とは異つた機能をもつ事が多くの報告によつて知られて居り、脂質及びビタミンAに関しても亦普通肉とは異つた生理作用を営んでいる事が、我々の二三の実験結果からも想像されるが、本実験に於てはそれ以上の考察を行うには資料が不足であるので統報にゆずり、普通肉について考えてみる事にする。

普通肉について我々の観察した諸現象は次の様な仮定を設ける事によつて一応の説明を与える事が出来る。即ち

1. 魚肉はビタミンAと脂質とを自ら生産する事なく(註¹)他からそれらの補給を受け専ら消費する組織である。そしてこの補給は一定量のビタミンAを含有する脂質を含んだ体液(血液其他)によつて行われている。

2. 含油量の低い部位の肉は脂質の消費の盛んな組織である。即ち、補給された脂質が多量に消費されるために、肉中に脂質が蓄積されない。

3. ビタミンAは動物体内の脂質の消費に際して触媒的に関与し、その際脂質の消費と共にビタミンAも消費されるが脂質の消費の割合はビタミンAの消費の割合よりも、遙かに多い。(註²)

魚肉中のビタミンA含量は魚体の部位によつて相違し、その含油量と脂質のビタミンA濃度との間に一定の関係が成立すると云う現象は、結局、内臓(註³)から体各部の肉へ脂質及びビタミンAが補給せられ肉の部位によりそれらの消費量が異なる為に起ると考えると肉に脂質含量の低い場合程、その脂質のビタミンA濃度が高くなる現象が説明し得られる。

肉のビタミンA含量と含油量との関係については、

I) 同一魚体内に於て、甲は脂質の消費の盛んな部位、乙は盛んでない部位であるとする、脂質とビタミンAが甲乙兩部位に、仮定1に記した様な方法で常に等量ずつ補給されている場合には、甲部位は脂質の消費に伴つてビタミンAも多少消費し、乙部位は脂質をあまり消費しないために、ビタミンAも殆ど消費されない事となる。(仮定2, 3)従つて肉のビタミンA含量、即ち含油量と脂質のビタミンA濃度との相乗積は、含油量の低い部位に於て低く、含油量の高い部位に於て高い事となる。

II) 又、脂質とビタミンAの補給が甲乙兩部位に等量ずつ行われているのではなくて、脂質消費の盛んな甲部位は、その盛んでない乙部位よりも、遙に大量の脂質とビタミンAの補給を常に受けている場合には甲部位には次第にビタミンAの残留高が増大する事となり(仮定3)、肉の含油量の低い部位が、含油量の高い部位よりも多量のビタミンAが残留する事となる。

III) 又消費と補給の程度が部位によつて前者程は著しく相違しない場合には肉のビタミンA含量が部位によつて殆ど相違しない結果も起り得る。

実験の結果はワラサIはこの(I)の例に相当し、フナは(II)、サケは(III)に相当し魚種、魚体によりこの三つの型の存在する事を示している。

然しながら実験結果にも見られる様に同属又は同種の魚類の肉に於ても、ビタミンA含量の高い部位は魚体によつて必しも一致はせず上記の如き説明は、個体が違つても近縁若しくは少く共同種の魚に於ては、甲魚と乙魚との相等しい部位の肉は脂質やビタミンAに関してほぼ等しい機能を営んでいる筈だと云う常識的観念とは稍離れている。

註1 シロネズミに於ては脂肪組織も脂質合成能力を有する事が実験せられているが⁽³⁾魚肉が脂質を合成し得るか否かは未だ知られていない。

註2 この事は河合⁽⁴⁾のタラ及びスケトウタラ肝臓に関する研究に於ては肝臓中の脂質が消費されてもビタミンAはそれ程消費されない事が明かにされている。

註3 主として肝臓であろうが時には幽門垂等も考えられる。

この点に関しては又別の方面から実験を行つて調べてゆく予定である。

摘 要

サケ、ベニマス、カラフトマス、ワラサ、カツオ、シイラ、フナ、キンメダイ、メバチにつき魚体各部の肉のビタミンA含量を調べた。

1. 肉のビタミンA含量は同一魚体でも部位によつて相違するが、その程度の著しいものと、著しくないものがある。
2. 血合肉はベニマス、メバチ以外のものに於ては普通肉よりもビタミンA含量が高かつた。
3. サケ、マスの類の背の中央部の肉については何れも表層よりも深部の肉の方がビタミンA含量が高かつた。
4. メバチに於ては体の前部と尾部との肉を比較すると相対応する部位は何れも前部の方がビタミンA含量が高かつた。
5. 魚体のどの部位の肉にビタミンA含量が高いかという事は供試魚の各々に共通の順位は見られない。この事は近縁の魚類に於ても同様であつた。
6. 肉の含油量 (F%) とその肉の脂質のビタミンA濃度 (A I. U. /g) とは部位によつて大いに相違し、同じ魚体の普通肉に就ては、

$$AF^a = \text{const.} \quad a > 0$$

なる関係が存在する。そして $a > 1$ なる魚体に於ては、含油量の低い部位程、肉のビタミンA含量は大であり、 $a = 1$ なる魚体に於ては、各部位の含油量の如何に拘らず、肉のビタミンA含量は一定であり、 $a < 1$ なる魚体に於ては、含油量の高い部位程肉のビタミンA含量も高くなる。本実験の結果は魚体により此の三つの場合の存在する事を示している。

本研究に当り終始御指導をいただいた東秀雄先生、数式について御教示を賜つた源生所長ならびに田中昌一技官に厚く御礼申し上げます。

文 献

- 1) 平尾, 山田, 菊地: 日本水産学会誌, **18**, 73, (1952).
- 2) 東秀雄: 日本農化学会誌 **16**, 1141 (1940).
- 3) Mirsky: Biochem. J., **36**, 232, (1942).
- 4) 河合龜太郎: 薬学雑誌, **50**, 10, 975 (1930).