

# 生物体内における微量金属の研究 (第1報)

## アユに含まれる金属の地域的相違

森 次 益 三・小 林 純

### 目 次

I. はじめに	149	(10) モリブデン	163
II. アユ試料の採集	151	(11) スズ	164
III. アユの漁獲量と水の酸性との関係	151	(12) アルミニウム, マグネシウム	164
IV. 試料の調整	155	(13) 鉛	164
V. 分析法	155	(14) マンガン	165
VI. 分析結果	156	(15) ホウ素	166
1. 金属別分析結果の解説	157	(16) カドミウム	166
(1) ストロンチウム, バリウム	158	2. 各臓器別分析結果の概要	167
(2) リチウム	158	(1) 胃, 腸, 幽門垂	167
(3) グロム	158	(2) 肝臓	167
(4) ニッケル	159	(3) 腎臓	168
(5) シルコニウム	160	(4) 白子, 卵	168
(6) 銀	161	(5) エラ, ヒレ	168
(7) チタン	161	VII. 摘 要	182
(8) 亜鉛	162	VIII. 考 察	183
(9) 銅	162		

### I. は じ め に

生物の生活, ことに酵素の作用に対して, ごく少量ではあるが非常に大きな影響を及ぼす微量金属についての研究は, 最近著しく進歩している。ことに, 日本には火山や温泉が多く, 酸性土壌や酸性河川の分布が広い関係で, 種々の微量金属の過剰あるいは不足が, 農作物の生育のみでなく, これを食物とする人体, 家畜などの生活機能にさえも, 著しい影響を与える可能性が大きいと考えられる。

筆者らは地殻中の微量金属が, 土壌から水に溶解し, 飲料水, 農作物, 淡水魚その他の飲食物を通じて, 人体に移行する機構を究明する目的で, 主としてエミッションスペクトログラフ法により, 水, 岩石, 土壌, 動植物, 人体臓器などについて, 半定量的な分析を試みている。

魚類は水質の影響を直接的にうける生物であるが, 筆者らはアユが酸性にきわめて敏感な魚であつて, 反応が酸性を呈する河川はもちろんのこと, pH 値が中性を示していても溶存無機塩類の構成上, 炭酸塩に比して硫酸塩の多い言わば硫酸根過剰 ( $\text{SO}_4 > \text{CO}_3$ ) の潜在的酸性河川にさえも, ア

第 1 图 了 工 採 捕 地 点 一 覽 图



ユの生息が少ない傾向のあることに着目して、 $SO_4/CO_3$  率\* と全国主要河川におけるアユ漁獲高とを比較した結果、両者の間には明らかに負の相関の成立することを認めた。この原因としては、(1) アユ自体が本能的に炭酸カルシウムの溶存量の多い河川を好み、酸性傾向の河水を嫌っているためであるか、(2) 水質がアユの食餌たるケイ藻などの繁殖に影響するためであるか、あるいは(3) 酸性傾向の河水によつてアユの生活に不都合な有害金属が、地中から溶出してアユ体中に移行蓄積するためであるか、など種々の条件が考えられ、なかでも重金属移行の問題はアユの食品としての栄養的価値を左右するのみでなく、流域の農作物や人体に対しても重金属が移行する可能性を暗示することとなり、先に小林(1958)が報告した水の酸性性と脳卒中死亡率との関係を解明するための手がかりになる可能性も考えられる。

そこで、これら重金属移行の現象を解明する最初の段階として、河川の酸性度とアユ灰分に含まれる各種金属の地域別相違との関係、またその金属の種類と推定含有量、あるいはアユ体内における存在場所、などについて考察を加えるために、全国的な規模でアユ試料を集め、灰分中に含まれる金属について、半定量的な発光分光分析を行った。

## II. アユ試料の採集

昭和32年の秋、水産庁元調整第二課長諏訪光一氏のお世話で、各道府県水産課および各地の漁業協同組合の協力を得て、全国116ヶ所から250尾のアユを採捕し、乾燥した後に、当研究室宛に送付していただいた。お手をわずらわした諸氏に対し、ここに記して感謝の意を表したい。

しかし、採捕地点は第1図の通り、全国から一様に採集することができず、かなり採捕尾数の少ない地方もあつて、ことに酸性河川の多い東北地方からは、大河川の多い割に、試料の集まりがよくなかつたことは残念であつた。(採捕地点の詳細は第5表に掲げる。)

## III. アユの漁獲量と水の酸性との関係

水質が魚類に及ぼす影響については、水中の $SiO_2/Ca$ 率がニジマス稚魚の斃死率と正の相関にあるとの小島、富山(1949)の報告があるが、筆者らは河水の酸性傾向の度合を示す指標として $SO_4/CO_3$ 率とアユの単位流域面積当りの漁獲量との関係を調査してみた。

アユの生息範囲が全国にわたっていることは言うまでもないが、古来名産をうたわれる河川は、大多数が水源を水成岩地帯に発する比較的カルシウム溶存量の多い、 $SO_4/CO_3$ 率の低い河川であつて、 $SO_4/CO_3$ 率の高い酸性傾向を帯びた、東北地方の新第三紀凝灰岩層に属する河川には、生息密度が低いことは注目すべき事柄である。

第1表および第2図はその関係を明かにする意味で、漁業養殖業漁獲統計表(農林省統計調査部、1956~58)における河川別漁獲高記載の河川全部について、流域 $1km^2$ 当りの漁獲量(比漁獲量)を算出し、それと $SO_4/CO_3$ 率との関係を表わしたものである。これをみると、アユのよく獲れる(比漁獲量の大きい、生息密度の高い)河川にはアルカリ成分である炭酸カルシウムが多量に溶解しており、反対に硫酸分の多い酸性傾向の河川では、一般に比漁獲量の小さいことがわかる。漁獲量は水質以外にも水温、河川流量、流速、食餌、稚魚の放流、ダムの有無など自然的

\* 水の酸性傾向を表わす指標として採用、「水の酸性と脳卒中死亡率との相関について」小林純(1958)参照

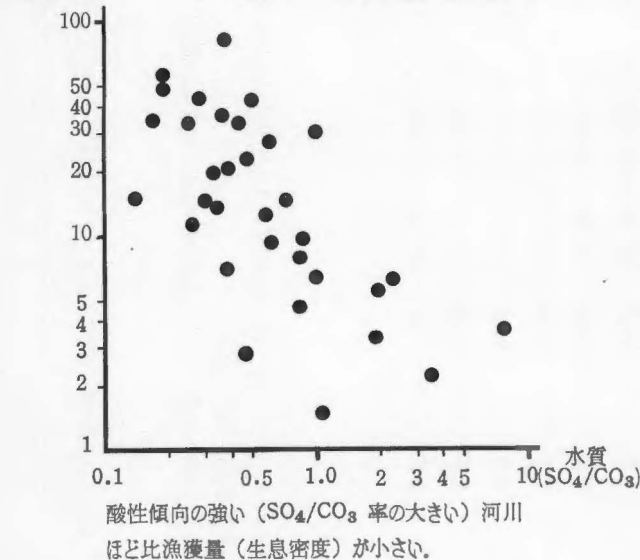
第 1 表 全国主要河川の了コ漁獲量と水質との関係

	年間漁獲量 (単位千t)				5ヶ年平均 漁獲量 (t)	流域面積 km <sup>2</sup>	6) 流域面積 km <sup>2</sup>	7) 比漁獲量 <sup>7)</sup> 漁獲量 / km <sup>2</sup> kg / 流域面積	水質 <sup>8)</sup> (濃性度) SO <sub>4</sub> /CO <sub>3</sub>	水質分析地点	水質分析 年度
	14年 <sup>1)</sup>	27年 <sup>2)</sup>	29年 <sup>3)</sup>	30年 <sup>3)</sup>							
矢作川	6.4	3.0	11.9	7.8	9.0	1910	15.0	0.14	愛知・挙母市	昭和27年度	
木曾川 <sup>4)</sup> (根室川)	62.9	82.5	88.3	92.9	90.8	9100	34.4	0.17	岐阜・兼山町	30	
九頭竜川	42.9	36.2	31.4	37.2	32.9	2580	52.5	0.19	福井・志比村	26	
球磨川	30.9	62.2	9.3	18.4	15.1	1970	51.7	0.19	熊本・八代市	18	
神通川	19.5	27.2	18.3	24.2	23.1	3780	30.3	0.25	富山・大沢野町	26	
高梁川	6.4	8.3	2.5	5.5	14.6	2480	11.3	0.26	岡山・倉敷市	29	
江川	23.2	18.1	13.0	7.0	10.6	3810	14.2	0.30	島根・川本町	23	
旭川	3.1	—	8.0	5.7	8.8	1720	14.0	0.32	岡山・岡山市	32	
淀川 <sup>5)</sup>	56.8	10.2	10.9	12.9	14.9	4061	19.5	0.33	大阪・枚方市	22	
四万十川	57.0	10.8	11.2	22.5	29.5	2270	43.3	0.34	高知・中村市	33	
多摩川	13.3	—	8.5	10.1	9.2	1070	36.0	0.36	東京・昭島市	17	
相模川	31.8	—	35.2	37.8	37.3	1050	80.7	0.37	神奈川・相模原市	28	
天竜川	18.1	33.4	27.6	24.8	29.6	4890	20.5	0.38	静岡・二俣町	27	
大淀川	5.1	4.2	3.5	2.0	5.0	2130	7.0	0.38	宮崎・宮崎市	18	
紀の川	22.5	14.7	10.1	16.5	13.4	1910	30.3	0.43	和歌山・岩出町	22	
富野川	7.1	0.6	1.5	2.0	2.2	3650	2.8	0.46	静岡・富士市	27	
吉野川	20.3	24.2	19.4	18.1	31.3	3700	23.0	0.47	徳島・阿波町	24	
久慈川	30.5	7.8	18.0	14.0	14.8	1500	42.6	0.50	茨城・大宮町	28	
荒川	5.0	6.7	6.2	16.4	18.4	3130	12.6	0.58	埼玉・熊谷市	17	

熊野川	12.8	4.6	11.8	25.5	34.8	67.125	2440	27.5	0.60	和歌山・新宮市	31
川内川	4.1	—	3.7	4.5	3.3	14.625	1570	9.3	0.62	鹿児島・川内市	18
筑後川	15.6	13.0	6.0	13.5	7.9	42.000	2850	14.7	0.72	福岡・大刀洗町	25
信濃川	18.9	6.6	12.9	17.6	19.1	56.250	12260	4.6	0.83	新潟・小千谷町	19
吉井川	2.0	6.7	4.6	4.2	4.1	16.200	2070	7.8	0.83	岡山・和気町	32
岩木川	1.6	2.8	6.9	4.1	18.8	25.650	2650	9.7	0.86	青森・五所川原市	30
利根川	18.8	18.3	21.6	36.8	39.8	101.475	15760	6.4	0.99	千葉・佐原市	28
那珂川 <sup>9)</sup>	2.9	30.9	33.6	33.3	30.8	98.625	3270	30.2	0.99	茨城・桂村	28
阿賀野川	6.3	2.0	1.9	5.0	1.9	12.825	8340	1.5	1.07	新潟・新津市	19
雄物川	2.8	1.9	6.7	4.0	3.1	13.875	4180	3.3	1.90	秋田・西仙北町	30
阿武隈川	5.3	1.4	4.4	8.6	20.5	30.150	5480	5.5	1.96	宮城・丸森町	29
最上川	11.3	3.0	15.6	16.9	14.7	46.125	7400	6.2	2.29	山形・松山町	29
北上川	8.8	2.4	6.6	7.6	6.7	24.075	10720	2.2	2.90	岩手・江刺郡	29
米代川	5.1	2.3	5.3	3.0	3.8	14.625	4100	3.6	7.69	秋田・鷹巣町	30

1) 河川漁業調査 (農林省水産局, 1942) によつた。  
2) 農林水産統計月報 (農林省統計調査部, 1953) によつた。  
3) 漁業養殖業漁獲統計表 (農林省統計調査部, 1956, 1957, 1958) によつた。  
4) 木曾川, 長良川, 揖斐川の漁獲高は資料によっては加算してあるようであつたので全部加えたものを引用した。但し水質は便宜上木曾川本流のものによつた。  
5) 琵琶湖の成績は加えていない。昭和14年の資料は淀川水系の総漁獲量から全滋賀県の漁獲量を差引いて引用した。  
6) 流域面積は主として理科年表 (東京天文台, 1959), 治水工学 (宮本武之輔, 1957) によつた。記載のない小河川は当研究室で地図により測定した。  
7) 各河川のアノキ生息密度を求める意味で算出した。  
8) 「水の酸性を脳卒中死亡率との相関について」 (小林純, 1958) 参照。  
9) 水質が比較的良好な沼川 (SO<sub>4</sub>/CO<sub>3</sub> 0.73) の漁獲高を含む。昭和14年の資料には栃木県内那珂川 (黒磯町における SO<sub>4</sub>/CO<sub>3</sub> は 4.45 を示しており強酸性である) のアノキ漁獲はごく少量であつたため記載されていなかった。

第2図 水質 (SO<sub>4</sub>/CO<sub>3</sub>率) と比漁獲量  
(流域 1km<sup>2</sup> 当漁獲量) との関係



および人為的条件に影響されるところが大きいと思われるので、アユの生息密度がそのまま漁獲量統計に表われているかどうか、また SO<sub>4</sub>/CO<sub>3</sub> 率が水質の適否についてすべてを表わしているかどうかは疑問であり、したがって第1表および第2図の結果が直ちに水質そのものの影響とすることは早計かもしれない。しかし、わが国で最も河水の酸性傾向の強い秋田県\*から試料の集まりが非常に悪いこと、(第1図) また同じ東北地方でも炭酸カルシウム溶存量の多い岩手県東海岸では、比漁獲量の大きい河川(盛川 73.0, 閉伊川 15.6)\*\*がみられることな

第2表 地方別アユ採捕地点数および平均体長

			採捕地点数	平均体長 <sup>1)</sup> (全長)				採捕地点数	平均体長 <sup>1)</sup> (全長)
北	海	道	3	17.3cm	中	国	8	20.6cm	
東	北		13	18.1	四	国	1	16.1	
関	東		16	17.3	九	州	17	18.7	
中	部		45	18.6 <sup>2)</sup>	全	国	116	18.1	
近	畿		13	19.7 <sup>3)</sup>					

1) 体長の測定より体重の測定の方が生育程度の判定には好都合であるが、臓腑を抜いた試料がある上に、乾燥程度がまちまちで、全く腐敗していた試料もあって、一律に乾燥して体重を測定することができなかつた。

2) 地質的に東日本に属する新潟県産のアユ 28 点を除くほかの 17 点の平均は 19.1cm である。

3) 滋賀県の湖産性アユ 2 点を除けば近畿地方の平均は 20.7cm となる。

どを考慮すれば、水質ことに酸性の程度が、何らかの形でアユの生活に影響を及ぼしていることはまちがいないと思われる。

いま統計処理による相関々係を求めるために、比漁獲量および SO<sub>4</sub>/CO<sub>3</sub> 率の対数値をそれぞれ Y, Xとして回帰方程式を導けば

$$Y = 0.94 - 0.76X \text{ となり,}$$

$$\text{標準誤差は } \sigma_{ys} = 0.32$$

$$\text{相関係数は } \gamma = -0.67 \text{ (} P < 0.005 \text{)}$$

\* 秋田県は河水の酸性傾向が最も強く、脳卒中死亡率がわが国最高である。「水の酸性と脳卒中死亡率との相関について」(小林純, 1958) 参照

\*\* 漁獲量は河川漁業調(農林省水産局, 1942)より換算, 流域面積は地図により当研究室において測定。

であるから、これらの間には明らかに負の相関が成立している。

なお、第2表は参考のために、当研究室へ集まったアユの地域別平均体長を示したものであるが、これによると西日本の方が幾分体長の大きい傾向があるように見受けられる。

#### IV. 試料の調整

送付されたアユは表面だけ水道水で洗ってから頭（鰓蓋より前の部分全部）、エラ、臓腑（卵、白子、消化管とその内容物、各種臓器……一部ワタ抜き乾燥試料があったが残留臓器のあるものはそのまま利用した）、肉（頭部以外の部分の表皮、小骨、ヒレを含む）、脊骨（脊椎骨）の5部分に大別し、電気炉で500～550°Cに2時間加熱して灰化した後、メノウ乳鉢で均一になるまで粉碎混和した。

灰化後得られる灰分のもとの試料に対する割合（灰分歩合）は送付された試料の乾燥程度によつて著しく異なるが、頭部でほぼ23%、エラで11%、臓腑はまちまちであるが平均10%、肉で8%、脊骨で35%程度のものである。

この報告では灰分中の金属成分について論じているのであるから、ある部分に含まれる金属のスペクトル線がほかの部分のものより強くても、それが直ちに生体のその部分におけるその金属の含有率が高かつたことを示すのではなく、一応灰分歩合、灰分の組成などを考慮に入れて判断しなければならない。したがつて、本報告で体内各部分における金属含量の比較を行っている場合は、スペクトル線の強度に相当大きな差があり、灰分歩合、灰分の組成などの影響をほとんど無視できる場合に限っているつもりである。

#### V. 分析法

116地点から集まつたそれぞれのアユを、ものおの5部分に分割して得られた、約560点にのぼる灰分試料について、島津製QF—60型分光写真器を使用して、半定量的な発光分光分析を行った。発光条件は脈流断続弧光（弧光電圧220V、電流約2A\*、毎秒1/4秒だけ放電）であり、電極間隙は4mm、露出時間は2分間、分光器のスリット巾は0.015mmであつた。また補助電極は島津標準炭素電極、乾板は富士分光分析用乾板、現像液は指定されたFD—31（20°C、4分間）を使用した。

アユに認められた金属のうち、筆者らが興味を感じたものについてL. H. Ahrens (1954)の示した概略の検出限界濃度、および今回筆者らが検出に用いたスペクトル線を示せば第3表の通りである。当方での発光条件は脈流断続弧光であり、Ahrensは直流弧光によつていること、また表の註に記した通り必ずしもAhrensの場合と同じ検出線を使つていないこと、試料の構成成分によつても感度が異なることなどの原因で、本報告における検出限界濃度と第3表のそれとは若干相違していることが予想される。そこで、数種の金属については筆者らの想定した大略の検出限界をその都度示しておくつもりである。

\* 補助電極の質、機器の都合などで安定な弧光が得られる最大許容電流はこの程度であつた。

第 3 表 Ahrens (1954) の示した直流弧光による大略の検出限界濃度  
および筆者らが用いた検出線

元 素 名	検出限界濃度 ppm	検 出 線 A°	元 素 名	検出限界濃度 ppm	検 出 線 A°
Ag(銀)	0.5	3280.638 3382.891	Mo*(モリブデン)	5	3132.594 3170.347
Al*(アルミニウム)	2	3082.155 3092.713	Ni(ニッケル)	5	3050.819 3414.765
Ba(バリウム)	5	4554.042	Pb*(鉛)	5	2833.069
Cd(カドミウム)	10	2288.018	Sn(錫)	10	3034.121 3175.019
Cr(クロム)	1	4254.346 4274.803	Sr(ストロンチウム)	5	4607.331
Cu(銅)	0.5	3247.540 3273.962	Ti*(チタン)	10	3234.516 3372.800
Li*(リチウム)	1	3232.61 4603.00	Zn(亜鉛)	100	3282.333 3345.020
Mn*(マンガン)	10	2576.104 2593.729	Zr(ジルコニウム)	10	3391.975 3438.230

\* これらの金属はカーボン電極によるCNバンドの妨害を受ける波長域内、あるいは乾板の有効感光波長域外に有力なスペクトル線があるために最有力の線が利用できず、したがって Ahrens の指定している線以外のスペクトル線を使って検出に当った。

..... スペクトル線と検出限界濃度とが直接的関係にあるものを結んである。

## VI. 分 析 結 果

前記条件で撮影したスペクトル乾板を投影器によつて拡大し、検討した結果、ストロンチウム (Sr)、リチウム (Li)、バリウム (Ba)、クロム (Cr)、カリウム (K)、カルシウム (Ca)、ニッケル (Ni)、ジルコニウム (Zr)、銀 (Ag)、チタン (Ti)、ナトリウム (Na)、亜鉛 (Zn)、銅 (Cu)、モリブデン (Mo)、スズ (Sn)、アルミニウム (Al)、鉄 (Fe)、ケイ素 (Si)、鉛 (Pb)、マグネシウム (Mg)、マンガン (Mn)、リン (P)、ホウ素 (B)、カドミウム (Cd) などの存在を確認することができた。(この順序はスペクトル乾板に現われる各元素の有力なスペクトル線の順にしたがつて長波長側から短波長側へ並べたものである。以下この順にしたがう)

これらのアユ灰分に存在する元素のうちで普遍的に存在する主要元素、K, Ca, Na, Al, Fe, Si, Mg, P などについては、特に臓腑部分において酸性河川の分布の多い東日本産のものには、西日本の試料に比べて Ca がやや少なく、Al, Fe などの金属含量が高い傾向もうかがわれたが、一般に高濃度の元素は分光分析で含有量を比較することが困難であるので、詳細に検討しないこととする。

そのほかの微量に含まれる元素、Sr, Li, Ba, Cr, Ni, Zr, Ag, Ti, Zn, Cu, Mo, Sn, Pb, Mn,



P, Cd などの含有率は一般に臓腑とエラに高く、肉、頭、脊骨と低くなる傾向のあるほかに、地域別に比較すると東日本の試料に各種の微量金属がやや多量に含まれているようであつたが、この傾向は東日本に酸性河川の分布が多いことを考え合せると興味ある事実と思われる。

このような微量金属含量の地域別相違については、発光条件あるいは灰化条件の不均一などに多少影響されているかとも考えられるが、すべての金属の含有量が一律に東高西低の傾向を示しているわけではなく、Ni, Zr, Mo, Sn などのように、独特の分布傾向を示す金属もあるので、その原因をこれら条件の不均一のみに帰することはできまいと思われる。

なお、前述のようにアユ臓腑には各種微量金属の検出される機会が多く、その含有量も高いようであつたので、これが各種の臓器組織中に吸収蓄積されているものか、それとも食餌やそれに附着している河床泥土自体に含まれているものを明らかにする必要を痛感したが、全国各地から集まつたアユは一度乾燥されているために、臓器別に識別分離することが困難であり、さらに尾数にも制限があるので各臓器別に分析に足るだけの灰分を得ることが困難であつた。したがって臓器別の分析は、手近に得られる高梁川産アユだけについて行ない、その結果から各地産のアユの場合を推察することとした。ただし、高梁川は上流地方に広範な石灰岩層を有するために、反応がアルカリ性を呈する河川(倉敷市酒津で年間平均 pH 7.4)であり、この意味ではやや不適当な河川であつたかもしれない。

## 1. 金属別分析結果の解説

Cr, Ni, Zr, Ag, Zn, Cu, Mo, Sn, Pb, Mn, Cd などの興味ある重金属については、アユの頭、肉、脊骨などの灰分の主成分とみられるリン酸カルシウム  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  および炭酸カルシウム  $\text{CaCO}_3$  を用い、その等量混合物に、均一に混合されたかどうかを観察するため、および灰化後の試料中にいくぶん炭素が残っていることも考慮して若干の分光分析用炭素粉末を加え、これら金属の酸化物を混入稀釈した人工標準を調合し、大体の検出限界および試料中の含量を推定する目的で、試料と同一条件でスペクトル写真を撮影し検討してみた。

この場合、アユの灰分がリン酸カルシウムと炭酸カルシウムの等量混合物であつて、しかも含有される微量金属がすべて酸化物の形であれば、この標準のスペクトル写真からほとんど間違いなく検出限界や含有量を推定することができるが、実際の試料がこのような状態にあるとは考えられないので、厳密な推定を下すことは不可能である。しかし、これによつて、きわめて大略の検出限界濃度、含有量などを知ることができ、さらに発光方法、試料の構成成分などによる感度の変動を観察することもできたので、参考になつた点も多いと思つている。

また、Cr, Ni, Zr, Mo, Cd など全国的な分布傾向に特徴のある金属については、それぞれ分布図を掲げてみたが、試料の採捕地点がかなり偏在しているために、この分布図が厳密な意味での全国的分布を示していないのは残念である。例えば最上川、雄物川、米代川、岩木川、北上川、阿武隈川など多数の大河川が存在する割に、試料の集まりがよくなかつた東北地方では、各種金属の含有量の高い場合が多くても、金属含有量の高いことを示す黒点が散在しているために、一見したところかえつて分布密度が低いとも考えられやすい。したがつて、これらの分布図を観察するに当つては、一応上記の事柄を考慮に入れておく必要があると思われる。

本研究における試料の分析回数は、原則として各河川ごとに1回ずつであり、同一河川の試料を多数分析したわけでないので、個体差などの関係から分析結果に多少の疑問を残しているのはやむをえない。しかし、1河川について多数の試料が集まつた新潟県魚野川の例ではそれら試料の分析結果が傾向としてはよく一致しているので、今回のように概括的な判断を下す場合には大きな誤差を招

くおそれはないものと考えられる。

また、数種の金属について示したスペクトル写真は、著しく多量に含まれている試料と、対照として少量しか含まれていない（スペクトル線の弱い）試料をとりあげているが、対照試料は比較的各種金属の含有量の低い、しかも水質良好でアユのよく獲れている河川と言う意味で九頭竜川を選んでみた。アユ以外の試料の写真はスペクトルの強弱のはっきりした典型的な例を選んだつもりである。

なお、試料採捕地点、河川名、各試料各部分における金属含有量の比較などの詳細はこの項の最後に微量金属検出表（第5表）として記載しているので、この表を参照されたい。

#### (1) ストロンチウム (Sr), バリウム (Ba) (写真1参照)

ともに全試料から検出されており、普遍的である。アユ体内では、ほかの大部分の金属と異なり、概して Ca 含量の高い部分に濃厚で、Ca 含有量の低い臓腑に低濃度である傾向を示している。（どちらかと言えばこの傾向は Ba の方が顕著である）

両金属ともに有力なスペクトル線 Sr-4607.331, Ba-4554.042 が炭素のバンドヘッド (bh. C 4606.1 および bh. C 4553.1) の妨害を受けて含有量の比較が困難であることも手伝って、試料間の含量差よりも体内の部分による相違の方がはるかに大きく感じられた。

また写真のようにアユ灰分の方が水の蒸発残渣と比較してこれら金属を多量に含んでいる場合もあり、少量の場合もあつて一律でない。

#### (2) リチウム (Li)

Li は北海道尻別川の試料（臓腑）に認められただけで、ほかの試料には全く認められなかつた。

沸点の高い金属（1610°C）で、酸化物の融点も 1500°C 以上であり、灰化中に揮散してしまつたとは考えられないし、アユ以外の試料に認められる機会も少ないので、もともとアユ体内に含まれる量がきわめて少なかつたのであろう。

#### (3) クロム (Cr) (写真2, 3, 4参照)

Cr は全国にわたつてかなり普遍的に認められる金属で、Pb, Cd と同様の部分からも Cr が全く検出されない試料は、全体の 10% 程度に過ぎなかつた。

アユ体内では河床泥土に影響されているためか臓腑、エラに高濃度の場合が多く、ほかの部分で検出される機会は少ない。また、臓腑とエラの比較では臓腑に高濃度である例が圧倒的に多く、エラに多量に含まれている例ははるかに少ない。

全国的にみて高濃度の試料は、北海道の尻別川、東北では秋田県岩見川、山形県赤川、宮城県新北上川、福島県阿賀野川、関東では埼玉県利根川、荒川、都畿川、高麗川、入間川、中部地方では新潟県加治川、魚野川、三国川、静岡県粟科川、福井県笙の川、近畿では兵庫県円山川、四国は香川県財田川、九州では長崎県郡川、宮崎県小丸川などの試料であるが、このうち新北上川、利根川、加治川、財田川のは極端に高濃度である。（写真3）

一般的にみると、第3図に示すように東北、関東など東日本の試料に高濃度の例が多く、西日本のものには含まれていても少量であり多量に含まれている試料は数少ない。

また、Cr は写真2のようにわが国自然界においてはかなり普遍的な金属であり、極端な例では下段に示す人体解剖標本（肝臓）のように灰分中 Cr として 30~40% の多量が含まれている場合もみられる。ただし、後述するように高梁川産アユにおいては、そのほとんどが食餌若くは河床泥土自体に由来するものようであつたので、東北日本にみられる酸性河川の場合とはちがく、高梁川産

第3図 アユ 灰分クロム含有量分布図

- Cr のスペクトル線が認められないか、または認められてもそれほど強くない場合。(灰分中 Cr として 10ppm 前後と思われる)
- やや多量に含まれている部分がある。
- かなり多量に含まれている。(灰分中 Cr として 100ppm 前後から 100<sup>0</sup> ppm ないし 10000ppm に及ぶかもしれない)

東日本に高濃度の試料の占める割合が大きく、西日本には低濃度のものの占める割合が大きいのが特徴。



アユの場合は河水の pH 値が高く(平均 pH 7.4) Cr がイオン化しにくいこと、生活期間の短い1年生の動物であることなどのために、消化管内容物からほかの臓器へ移行蓄積するに至らなかつたものと思われる。しかし、全国的な分布では東日本に高濃度の試料が偏在しているばかりでなく、人体臓器にも著しく集積されている事実がある。

人工標準による検出限界濃度は 10ppm 程度と思われ、Ahrens が直流弧光で、ほぼ 1ppm としているのとかなり相違している。

写真に引用したアユ試料は臓腑ばかりであつて、人工標準のスペクトルと直接比較することは組成の関係で好ましくないが、あえて比較するとすれば、スペクトル線の認められる試料は灰分中 Cr としてほぼ 10ppm 以上の濃度であり、特に濃厚に含まれている新北上川、利根川、加治川、財田川産の臓腑灰分中の含量は 1000 ppm (0.1%) から 10000 ppm (1%) にも及ぶものと推察されよう。

#### (4) ニ ッ ケ ル (Ni)

Ni は Cr などと比べて検出される機会がかなり少なく、その含有量も低いと思われる。アユ体内では臓腑の部分に認められる場合が多いが、地域的には第4図のように関東以西で検出される機会が多いようである。全国では埼玉県荒川、高麗川、入間川、静岡県藁科川、兵庫県丹山川、岡山県旭川、長崎県郡川などの試料にやや多量に含まれている。

極端にスペクトル線の強い試料はみられないが、土壌、水などではあまり普遍的な金属ではないので、多少アユ体内に集積される傾向を示しているとも考えられる。

人工標準における検出限界は 10ppm より少し低い程度と思われ、Ahrens が直流アークで確か

第4図 アユ灰分ニッケル含有量分布図

- どの部分にも Ni のスペクトル線が認められない。
  - どの部分かに Ni の線が認められる。
  - やや多量に含まれているようである。(100ppm 程度以下)
- 関東以西の試料に検出される機会が多いのが特徴。



めた5ppm と大差はない。かりに人工標準のスペクトル強度と試料のそれを直接比較するとすれば、高濃度のもは灰分中 Ni として10ppm から100ppm 程度の含有量と思われる。

#### (5) シルコニウム (Zr)

さほど普遍的な金属ではなく、Ni, Ag, Mo, Sn などと比べて検出される機会がやや多い程度であるが、検出感度の低い点を考慮すれば含有量は比較的高いと思われる。

アユ体内では臓腑に検出される機会がやや少ないとも思われるが、著しい分布傾向を示しているわけではない。

しかし、個体による含量差は比較的大きく、全国的にみると第5図のように東日本および九州地方ではかなり普遍的に認められるが、中部、近畿、中国など本州中央部の試料に検出されず、Mo (第6図) と反対の傾向を示している。

沸点5000°C以上の金属であり、酸化物の融点も高いので、灰化時揮散することは少ないと思われる。したがって、中部、近畿、中国などの地域では土壌や河水中の含有量が少なく、アユ灰分に認められなかつたのであろう。

人工標準による検出限界濃度は200~2000ppmとなっており、Ahrensの示した10ppmと大差がある。また標準のスペクトル強度をそのまま試料に適応させて考えれば、高濃度の試料はいずれも灰分中 Zr として2000ppm (0.2%) 前後、あるいはそれ以上含んでいると思つてよさそうである。

第5図 アユ灰分ジルコニウム含有量分布図

- どの部分にも Zr のスペクトル線が認められない。
  - どの部分かに Zr のスペクトル線が認められる。(大体 1000ppm 以下と思われる)
  - やや多量に含まれているようである。(2000ppm 程度またはそれ以上と思われる)
- 東日本と九州にだけよく見かけられるのが特徴である。



### (6) 銀 (Ag)

Ag の最も鋭敏なスペクトル線である Ag-3280.638 の線がバックグラウンドの妨害を受けてほとんど利用できなかったことも原因しているのか、ここで述べる微量金属のうちでは Mo とともに検出される機会のきわめて少ない金属であり、写真にはつきりした線がみられるほど含有量の高い試料は見当らなかった。

アユ体内各部分間での Ag はかなり偏在しており、臓腑以外の部分からは一例も検出されなかった。

秋田県真瀬川、埼玉県都畿川、名栗川、新潟県三面川、魚野川、破間川、羽根川、佐梨川、三国川、長野県千曲川、愛知県巴川、木曾川、岐阜県木曾川、宮川、福井県九頭竜川、滋賀県石田川、京都府由良川、奈良県宇陀川、香川県財田川、佐賀県川上川、宮崎県大淀川などの試料に認められた。地域別にみれば Mo と同様本州中央部の試料に検出される頻度がやや高いようであるが、はつきりした傾向を示しているわけではない。

アユ以外の動物試料にも検出された例があり、この点からみて動物体内にある程度蓄積されやすい金属とも思われるが、河水などに含まれる量がきわめて少ないために、アユのように短命な動物では体内蓄積があまり進行しないのであろう。

人工標準による検出限界は 0.1 ppm と 1 ppm の間にあり、Ahrens の示した 0.5 ppm と同程度できわめて高感度である。したがって、アユ灰分中の含量は低く、仮に人工標準と試料のスペクトルを直接比較するとしても、含有量 1 ppm 以上の試料はみられないようである。

### (7) チ タ ン (Ti)

地殻中の含有量がかなり高い金属であり、この意味では微量金属の範囲に入らないが、Crなどの分布とやや似た傾向を示しているので、簡単に報告する。

体内では臓腑に最も濃厚であるが、エラやその他の部分に認められる場合も少なくない。しかし、脊骨には検出されない場合が多く、たとえ検出されてもごく少量である。

全国的な分布も一般の金属と同様に東高西低の傾向を示し、高濃度に含まれているのは宮城県新北上川、江合川、福島県真野川、埼玉県荒川、高麗川、入間川などの試料である。

これに反して、どの部分からも全くTiの認められなかつた試料は山形県最上川、新潟県魚野川、岐阜県矢作川、兵庫県猪篠川、揖保川、佐賀県川上川などのものである。

人工標準による検出限界は50~500ppmの間にあり、Ahrensの示した10ppmと比較してかなり低感度である。これはTiの有力なスペクトル線Ti-3361.213およびTi-3349.406などがCやCaの線の妨害のため利用できなかつたためであろう。

#### (8) 亜鉛 (Zn)

Znは最も鋭敏なスペクトル線Zn-2138.56が超紫外部のため使用できず、次に有力なスペクトル線Zn-3345.020も附近のバックグラウンド、および近接したCa-3344.513の妨害を受けるために利用困難であり、やや弱いのはつきり出るZn-3282.333の線を使用しなければならない場合が多く検出に困難を感じた。

アユ体内においては、エラに高濃度である例が多く、ほかの金属が高濃度に含まれている臓腑にかえって低濃度のものも多いようである。

きわめて普遍的な金属で、青森県赤石川、秋田県真瀬川、埼玉県荒川、都畿川、岐阜県矢作川、滋賀県石田川、岡山県吉井川などの試料は特に含有量が高いようであり、地域別に区別すれば東日本に含有量の高い試料がやや多いようにも見受けられる。

分光分析の感度の関係で、スペクトル線の弱い割にZnの含有量は高いと想像されること、およびほかの動物試料ではかなり高濃度の場合もみられたことなどから推定して、アユ体内にもやや集積される傾向を示しているように思われる。

人工標準による検出限界は200ppmを少し下廻る程度と思われ、AhrensがZn-3345.020に対して100ppmとしているのと大巾な相違はない。

標準のスペクトル強度にしたがえば、多量に含まれている赤石川、真瀬川のものなどで灰分中2000ppm(0.2%)前後、九頭竜川など低濃度のもので200ppm程度と思われる。

#### (9) 銅 (Cu)

きわめて普遍的な金属で、すべての試料のすべての部分に認められている。分光分析上の感度はきわめて高く、したがってスペクトル線の強い割に実際の含有量は案外低い金属である。

アユ体内では脊骨に特別低濃度のことが多い。

全国的な分布傾向を認めることは困難であるが、埼玉県都畿川の試料は各部分とも極端に含有量が高かつた。

人工標準によるスペクトル写真では2ppm程度でもかなり鋭敏に感光しており、Ahrensの示した0.5ppm前後が検出限界と思われるが、稀釈主剤(CaCC<sub>3</sub>とCe<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>)に不純物として0.5ppm以上含まれているので、確実に検出限界を推定することはできない。試料に含まれる量は数ppm程度から1000ppm程度までと思われるが、大部分の試料は100ppm以下の比較的低い含有量であろう。

(10) モリブデン (Mo)

第6図 アユ灰分中モリブデン含有量分布図

- どの部分にもスペクトル線が認められない。
- どの部分かに、ともかく、Mo が認められる。
- やや多量に含まれている。(100ppm 程度以下と思われる)  
ほとんどが中部地方、近畿地方およびその隣接地域に認められている。



Mo 定量に対する灰化時の最高限界温度  $450^{\circ}\sim 500^{\circ}\text{C}$  に比して今回の灰化温度  $500^{\circ}\sim 550^{\circ}\text{C}$  はやや高過ぎるきらいがあり、そのため Li に次いで検出される機会が最も少なかったとも思われるが、 $\text{MoO}_3$  の昇華温度  $795^{\circ}\text{C}$  と比較すればなお低温で灰化しており、Mo のすべてが揮散しているとは考えられないので、本研究のように大略の判断を下す場合には支障がないかとも思われる。したがって、Mo のアユ体内に含まれる機会が、また量が少なかったと判断してよさそうである。

アユ体内では主として臓腑に認められ、ほかの部分で検出される例は少ない。

全国的な分布では第6図のように本州中央部に検出される機会の多い金属で、山形県最上川、福島県伊南川、神奈川県中津川、新潟県三面川、魚野川、佐梨川、加茂川、富山県庄川、愛知県豊川、巴川、岐阜県木曾川、宮川、滋賀県天の川、石田川、京都府由良川、和歌山県富田川、熊野川、佐賀県玉島川などほとんど中部、近畿地方の試料に検出されている。このうち特別多量に含まれている最上川、天の川の試料でも写真に明瞭に現われるほどスペクトル線が強くない。

人工標準による検出限界濃度は  $10\sim 100\text{ppm}$  であり、Ahrens の示した限界濃度  $5\text{ppm}$  とやや異なっている。これは Ahrens の指定した  $\text{Mo}-3798.252$  がシェンバンドのため使用できなかったことが原因しているのかもしれないが、波長表 (Harrison. 1939) によればこの線と筆者らの用いた  $3170.347$  の線とがスペクトル強度において大巾な相違はないように思われるので、直流連続弧光の場合より脈流断続弧光の方が低感度なのかもしれない。

アユの場合は最も多量に含まれている最上川、天の川の試料でも灰分中  $100\text{ppm}$  以下の濃度と

思われる。

#### (11) スズ (Sn)

普遍性の小さい金属で、分光分析上の感度は比較的高いが、バックグラウンドや Fe の妨害を受けて検出困難な場合が多く、確実に検出される機会は Ag や Mo と同様きわめて少ない。

アユ体内においては主として臓腑、エラに認められているが、検出される場所が特に臓腑に限られているわけではない。

全国的に含有量分布を調べてみると、低濃度の試料は各所に散見されるが、高濃度のものは埼玉県（入間川）および大分県（大野川）と宮崎県（一つ瀬川、大淀川）の試料だけにみられ、特殊な分布傾向を示している。

このように、地域による極端な含量差が認められることは、ある程度アユ体内に集積される傾向を示しているのかも知れない。

検出限界は Ahrens の示した 10ppm と比較してかなり低いらしく、1 ppm でもかすかな線が認められている。

人工標準のスペクトル強度によれば、埼玉、大分、宮崎などにみられる高濃度の試料はいずれも 100 ppm 程度あるいはそれ以上含むと思われるが、ほかの試料では 1~10 ppm 程度と思われるものが大部分である。ただし、Sn-3175.019 と Fe-3175.447 あるいは Sn-3034.121 と Fe-3034.12 など Fe との判別に困難を感ずることが多く、実際は人工標準の場合のように具合よく判別できなかった。

#### (12) アルミニウム (Al)、マグネシウム (Mg) (写真 5 参照)

写真に示すように、臓腑中の Al と Mg が平行的に極端な高濃度を示す試料がしばしば見受けられたので取り上げてみた。

高梁川産アユを用いて各臓器別の分析を行つたところ、Al は胃や腸（内容物を含む）に多く、Mg は卵や白子に多いことがわかつたので、Al は消化管内容物に、Mg は卵や白子などの生殖巣にそれぞれ由来していたものと思われる。したがって、卵や白子を多量に持ちながら、さらに食餌を充分に摂取していたアユに、このような状態が見られたものと思われ、これら 2 種の金属の間に直接の関係はないと考えてよさそうである。

#### (13) 鉛 (Pb) (写真 6, 7, 8 参照)

Cr, Cd などと同様、思いのほか普遍的な金属であり、90% 以上のアユがいずれかの部分に Pb を含んでいる。

アユ体内の分布をみると、エラと臓腑に認められる頻度が高いが、どちらかと言えばエラに高濃度の例が多く、また Cr その他の一般の金属と比較すると、体内の各所で検出される特色があり、体液と共にやや移動しやすい金属と思われる。

地域別の分布を観察すると、第 7 図のように特に東日本に含有量の高い試料が多いとも断定できないし、また西日本にも高梁川、佐護川のようにきわめて含有量の高い試料もみられるので、分布傾向の判断は困難である。

高濃度の試料は秋田県真瀬川、宮城県名取川、山形県赤川、埼玉県都畿川、名栗川、神奈川県相模川、新潟県胎内川、加治川、魚野川、破間川、愛知県木曾川、岡山県高梁川、長崎県佐護川、宮城県小丸川などである。



第7図 アユ 灰分鉛含有量分布図

- どの部分にも Pb のスペクトル線が認められないか、または認められても少量である。(10ppm 程度以下)
  - やや含有量が高いと思われる。(100ppm 程度以下)
  - かなり含有量が高いと思われる。(1000ppm 前後に及ぶものもある)
- どの地域にも高濃度の試料が散在しており地域別の分布傾向はみられないようである。



写真6に示したアユ以外の試料と比較してかなり多量に含まれている例が多く、1年生の動物としては思いのほか多量に集積される場合も多いようである。

人工標準による検出限界濃度は1~10ppm程度で、Ahrensの指定した線 Pb-4057.820 がシアンバンドのため利用できなかつたにもかかわらず、彼の示した5ppmと大体一致している。アユでは写真7のように10~100ppm程度含むと思われるものも多いが、中には魚野川、高梁川、佐護川の試料のように灰分中Pbとして1000ppm(0.1%)を超過していると思われるものもある。

#### (14) マンガン(Mn)

全部の試料に認められる金属で、Cuと同様かなり強いスペクトル線が認められる。Cuより分光分析上の感度が低い金属であるから、実際の含有量は比較的高いはずである。

アユ体内においてはSr、Baなどと同様臓腑に比較してほかの部分に多量に含まれているようである。このことは高梁川産アユの臓器別分析結果においても充分裏付けされるところであり、臓腑部分よりエラやヒレにMn含量が高い傾向がうかがわれ、卵や白子など成熟期アユの腹腔の大半を占める部分に含量が低いようであった。

Mnはアユ体内の含有量が比較的高く、分光分析で含有量を比較することがやや困難なためもあつて、地域別の分布傾向を認めることはできなかつた。

人工標準による検出限界濃度は稀釈主剤(CaCO<sub>3</sub>とCa<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>)に微量のMnが含まれていたためにはつきりわからなかつたが、Ahrensが最も鋭敏なMn-4034.490で測定した値10ppmとほぼ同程度と想像される。アユ体内では1000ppm(0.1%)以上含んでいると思われる場合も少なくない。

(15) ホ ウ 素 (B)

愛知県木曾川の試料に特に多量に含まれているが、体内各部分の含量差はみられない。また地域別の含有量にも特別の傾向はみられないようである。

(16) カ ド ミ ウ ム (Cd) (写真 8, 9, 10 参照)

Cr, Pb と同様生物体にとってはむしろ有害な金属であるが、大多数の試料に認められ、かなり含有量の高い試料も見受けられた。

体内ではほかの多くの金属と同様臓腑とエラに高濃度の場合が多い。(写真 9)

地域別に含有量を比較してみると、第 8 図のように北海道では見市川、東北では秋田県岩見川、宮城県新北上川、江合川、名取川、福島県伊南川、関東では埼玉県利根川、名栗川、近畿では京都府由良川などの試料に多量に含まれており、東北、関東などの東日本に高濃度の試料が多く、反対に西日本には低濃度の試料が比較的多い。

第 8 図 アユ灰分カドミウム含有量分布図

- どの部分にも認められない、またはあまり含有量が高くない。(大体 1ppm 以下と思われる)
  - 比較的含有量の高い部分がある。(ほぼ 1ppm 以上と思われる)
  - かなり高濃度である。(10ppm 程度またはそれ以上と想像される)
- 東日本には西日本と比べて高濃度の試料(●, ●)の割合が高い。



Cd はほかの金属と比較してかなり沸点の低い金属 (769°C) であり、定量分析には湿式灰化が推奨されているほどであるから、乾式灰化の場合は灰化条件のわずかな変動のために、灰分中の Cd 含量がかなり違ったものになる可能性もあるように思われ、さらに試料中の炭素含量がスペクトル強度にかなり影響\* するようであるので分析結果について厳密な判断を下すことは不可能である。

一方、Cd は土壌、水、植物灰分、動物灰分と含有量が漸増する傾向を示す特異な金属であ

\* Ahrens (1954) によれば試料をろ紙片に載せて弧光を飛ばすと高感度が得られるとしている。試料が炭化不充分的有機物を含む場合にスペクトルが甚しく強化される例のあることは筆者らも経験している。

り、またアユの場合も臓腑だけに含有量の高い傾向は示していないようである。

人工標準によると検出限界濃度は 1ppm 以下であり、(写真 8) Ahrens の示した 20ppm と比較してかなり高感度である。アユに認められる場合は写真 10 に示す例のように 10~100ppm のものもあるが、むしろ検出限界附近の試料の方が多い。これに対して長寿命の動物の場合は年ごとに蓄積されているためか写真に 1 例を示したように灰分中 Cd として 100ppm (0.1%) 以上と思われる場合も少なくない。

## 2. 各臓器別分析結果の概要

各種微量金属は臓腑に高濃度である例が多かつた。そこで、その由来を明らかにするために、手近に得られる高梁川産(倉敷市)のアユ 5 尾を使用して胃、腸、幽門垂、肝臓、腎臓、白子、卵などの各臓器別の灰分を取り、同様の発光分光分析を行なった。

その結果、高梁川産アユの臓腑(高梁市、第 5 表 No 93)に含まれていた微量金属のほか Ni, Ag, Mo など一部の臓器に見出され、さらに胃、腸、幽門垂などのように直接食餌や河床泥土を含んでいる臓器ばかりでなく、肝臓、腎臓などにも微量金属が含まれていることが明らかになった。

第 4 表 高梁川産アユ臓器別微量金属検出表

	Sr	Ba	Cr	Ni	Zr	Ag	Ti	Zn	Cu	Mo	Sn	Al	Pb	Mn	Cd
胃 <sup>1)</sup>	-	-	卅	卅	-	-	卅	+	+	-	-	卅	卅	卅	+
腸 <sup>1)</sup>	-	-	卅	卅	-	-	卅	+	+	-	-	卅	卅	卅	+
幽 門 垂 <sup>1)</sup>	-	-	卅	卅	-	-	+	+	+	-	-	卅	卅	卅	+
胃, 腸 <sup>2)</sup>	-	-	+	-	-	-	+	+	卅	-	-	+	+	卅	+
肝 臓	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+
腎 臓	-	-	-	+	-	+	-	±	卅	+	-	+	卅	+	卅
白 子 <sup>3)</sup>	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	-
卵 <sup>4)</sup>	±	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	+	-	+	-
エ	ラ <sup>5)</sup>	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	卅	卅	-
ヒ	レ <sup>6)</sup>	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+	卅	-

1) 消化管内容物(食餌およびそれに附着している河床泥土など)を含む。

2) 内容物を除去し水で充分洗滌, 2尾平均(他の5尾と別試料)

3) 2尾平均

4) 3尾平均

5) 水にて充分洗滌し附着泥土を除去した。

6) +, 卅などの検出記号は第 5 表の基準とできるだけ揃えたつもりであるが、この表の範囲内で比較するのが妥当である。

### (1) 胃, 腸, 幽門垂

Cr, Ni, Ti, Zn, Cu, Al, Mn, Cd などが認められた。このうち Cr, Ni, Ti, Al は消化管内容物(つまり食餌やそれに附着している河床泥土など)に影響されるところが大きいいためか、ほかの部分と比較してかなり高濃度であり、特に Cr, Ti はこの傾向が著しいようである。

### (2) 肝 臓

Ag, Zn, Cu, Mo, Pb, Mn, Cd などが認められたが, その含有量はいずれも高くないようである。  
Ag と Mo は肝臓と腎臓にしか認められなかつた。

(3) 腎 臓

Ni, Ag, Cu, Mo, Pb, Mn, Cd などが検出されたが Zn ははつきり認められなかつた。Cu, Pb などややその傾向を示しているが, Cd はほかの臓器と比較して含有量が著しく高い。

その他 Ni が消化管系統以外でこの臓器だけに認められている。

(4) 白 子, 卵

検出される微量金属の種類, 含有量とも一般に少なく, Ag, Zn, Cu, Mn などが認められただけである。このうち Ag は卵だけに検出されている。

(5) エ ラ, ヒ レ

これらの部分は水で入念に洗滌し, 附着泥土を充分除去した後に灰化分析した。エラでは Pb が, ヒレでは Sr, Ba, Mn がそれぞれ多量に含まれており, 金属別分析結果の項で述べた事実とよく一致している。

第 5 表 ア ヲ 微 量 金 属 検 出 表

		a = 頭 b = エラ c = 臓腑	d = 肉 e = 脊骨 f = 卵	Cr	Ni	Zr	Ag	Ti	Zn	Cu	Mo	Sn	Al	Pb	Mn	Cd
1 尻 別 川 北海道 寿都郡 蘭越町	a	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	±
	b	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	+
	c	+	+	-	±	+	+	+	+	+	-	-	+	±	+	+
	d	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	±
	e	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-
2 朱 太 川 寿都郡 三和村	a	-	-	+	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	±
	b	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	+
	c	+	-	-	-	+	+	+	+	+	±	-	+	-	+	±
	d	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	±
	e	-	-	±	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+	+	-
3 見 市 川 爾志郡 熊石村	a	-	-	±	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	+
	b	+	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	+	±	+	+
	c	+	±	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+
	d	-	-	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+
	e	-	-	+	-	+	+	+	+	+	-	-	±	+	+	+
4 赤 石 川 青森県 西津軽郡 鯉ヶ沢町	a	+	-	+	-	±	+	+	+	+	-	-	+	+	+	±
	b	±	-	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+
	c	+	±	+	-	+	+	+	+	+	±	-	+	-	+	+
	d	-	-	+	-	-	+	+	+	+	-	-	+	±	+	+
	e	-	-	+	-	±	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+
5 馬 淵 川 三戸郡 名川町	a	-	-	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	±
	b	±	-	+	-	±	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+
	c	+	-	-	-	+	+	+	+	+	-	±	+	+	+	+
	d	+	-	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+	±	+	±
	e	-	-	+	-	-	+	+	+	+	-	-	±	-	+	±

第 5 表 つ づ き

		Cr	Ni	Zr	Ag	Ti	Zn	Cu	Mo	Sn	Al	Pb	Mn	Cd
6 真 瀬 川 秋 田 県 山 本 郡 八 森 町	a	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+
	b	+	-	-	-	+	+	+	-	±	+	+	+	+
	c	+	±	-	+	+	+	+	-	±	+	+	+	+
	d	-	-	-	±	-	+	+	-	-	+	+	+	+
	e	-	-	-	-	-	+	+	-	-	±	+	+	+
7 岩 見 川 河 辺 郡 河 辺 町	a	-	-	-	-	±	+	+	-	-	+	-	+	+
	b	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+
	c	+	-	-	-	+	+	+	-	±	+	-	+	+
	d	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
	e	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	+
8 新 北 上 川 宮 城 県 桃 生 郡 河 北 町	a	-	-	+	-	±	+	+	-	-	+	+	+	+
	b	+	±	±	-	±	+	+	-	-	+	±	+	+
	c	+	±	-	-	+	+	+	-	+	+	±	+	+
	d	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
	e	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	-	+	+
9 江 合 川 玉 造 郡 岩 出 山 町	a	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+
	b	-	-	±	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+
	c	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+
	d	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+	±
	e	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	±
10 名 取 川 仙 台 市	a	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+
	b	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+
	c	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+	±	+	+
	d	-	-	+	-	±	+	+	-	-	+	+	+	±
	e	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	±
11 最 上 川 山 形 県 西 置 賜 郡 白 鷹 町	a	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	±
	b	+	-	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
	c	+	-	±	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+
	d	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	-	+	±
	e	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	±
12 最 上 川 西 村 山 郡 河 北 町	a	-	-	-	-	-	+	+	-	-	±	-	+	+
	b	-	-	-	-	-	+	+	-	±	+	±	+	+
	c	+	-	-	±	-	+	+	-	-	+	-	+	+
	d	±	-	-	-	-	+	+	-	-	+	±	+	+
	e	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+
13 赤 川 鶴 岡 市	a	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	-	+	-
	b	+	-	±	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+
	c	+	±	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+
	d	+	-	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+
	e	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	+

第 5 表 つ づ き

		Cr	Ni	Zr	Ag	Ti	Zn	Cu	Mo	Sn	Al	Pb	Mn	Cd
14 真野川 福島県 相馬郡鹿島町	a	-	-	±	-	+	+	+	-	-	+	-	+	-
	b	+	-	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+	±
	c	+	+	±	-	+	±	+	-	-	+	-	+	-
	d	+	-	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	±
	e	±	-	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	±
15 阿賀野川 河沼郡会津坂下町	a	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+
	b	+	-	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+
	c	+	-	±	-	+	+	+	-	±	+	-	+	+
	d	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	±	+	±
	e	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	-	+	-
16 伊南川 南会津郡南郷村	a	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
	b	+	-	±	-	+	+	+	-	±	+	+	+	+
	c	+	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+	+
	d	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	±	+	+
	e	-	±	±	-	+	+	+	-	-	±	-	+	-
17 利根川 群馬県 佐波郡芝根村	a	+	±	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
	b	+	-	-	-	+	+	+	-	±	+	+	+	+
	c	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+	±	+	+
	d	±	-	±	-	+	+	+	-	-	+	±	+	+
	e	-	-	-	-	+	+	+	-	-	±	-	+	±
18 利根川 埼玉県 本庄市	a	±	-	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+
	b	+	±	±	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+
	c	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+	±	+	+
	d	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+
	e	-	-	±	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
19 荒川 秩父市	a	+	-	+	-	+	+	+	-	-	+	±	+	±
	b	+	-	±	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+
	c	+	-	-	-	+	+	+	±	-	+	±	+	+
	d	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+	±	+	-
	e	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	-
20 荒川 熊谷市	a	+	-	±	-	±	+	+	-	±	+	+	+	-
	b	+	±	±	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+
	c	+	+	-	-	+	+	+	-	±	+	±	+	+
	d	+	-	±	-	+	+	+	-	+	+	+	+	-
	e	-	-	±	-	-	+	+	-	-	+	±	+	-
21 都畿川 東松山市	a	+	-	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+	-
	b	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+
	c	+	+	-	+	+	+	+	±	-	+	-	+	+
	d	+	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-
	e	-	-	±	-	-	+	+	-	-	+	±	+	-

第 5 表 つ づ き

		Cr	Ni	Zr	Ag	Ti	Zn	Cu	Mo	Sn	Al	Pb	Mn	Cd
22 高麗川 入間郡坂戸町	a	-	-	±	-	-	++	++	-	-	+	-	+	-
	b	##	±	-	-	##	++	++	-	±	##	+	++	+
	c	##	++	-	-	##	++	++	-	±	##	±	+	+
	d	+	-	-	-	+	++	++	-	-	+	+	+	-
	e	+	-	+	-	-	++	+	-	-	+	-	++	-
23 名栗川 飯能市	a	-	-	+	-	-	++	+	-	-	+	##	++	+
	b	+	-	+	-	-	++	++	-	-	+	++	++	++
	c	+	-	-	+	+	+	+	-	-	++	+	+	##
	d	+	-	+	-	±	++	++	-	-	+	##	+	++
	e	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	-	++	+
24 入間川 入間郡西武町	a	±	±	+	-	+	++	++	-	+	+	+	++	+
	b	##	+	±	-	++	++	++	-	++	++	++	++	++
	c	++	-	-	-	++	++	++	-	±	++	±	+	+
	d	+	-	+	-	-	++	++	-	+	+	++	++	+
	e	±	-	+	-	±	+	+	-	±	+	±	++	±
25 入間川 入間郡武蔵町	a	-	-	-	-	-	++	+	-	+	+	+	++	+
	b	++	+	-	-	+	+	++	-	##	++	++	++	++
	c	++	++	+	-	##	++	+	-	+	##	##	+	++
	d	+	-	-	-	±	++	++	-	-	+	++	+	+
	e	-	-	+	-	±	+	+	-	-	±	-	++	+
26 入間川 狭山市 (入間川南部漁協)	a	-	-	+	-	±	+	+	-	-	+	+	++	-
	b	+	-	+	-	+	+	+	-	+	++	+	++	-
	c	++	++	±	-	++	+	++	-	±	++	+	++	±
	d	+	-	+	-	+	++	++	-	-	++	+	++	±
	e	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	+	++	-
27 入間川 狭山市 (入間川中部漁協)	a	+	±	+	-	+	++	++	-	-	+	+	++	+
	b	++	-	+	-	++	++	++	-	+	++	++	++	++
	c	++	+	+	-	##	++	##	-	-	##	++	+	++
	d	+	-	+	-	+	+	++	-	-	+	+	++	+
	e	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	++	±
28 入間川 川越市	a	±	-	-	-	+	++	++	-	-	+	±	++	+
	b	++	±	+	-	++	++	++	-	+	++	+	+	+
	c	##	+	+	-	##	++	##	±	++	##	++	+	++
	d	-	-	+	-	+	++	++	-	±	+	+	++	+
	e	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	-	++	±
29 養老川 千葉県 市原郡南総町	a	+	-	+	-	+	++	++	-	-	++	-	++	±
	b	++	-	+	-	+	++	+	-	-	++	+	++	+
	c	++	+	±	-	++	+	+	-	-	++	±	+	±
	d	+	-	+	-	±	++	++	-	-	++	±	+	+
	e	-	-	+	-	±	++	+	-	-	+	-	++	+

第 5 表 つ づ き

		Cr	Ni	Zr	Ag	Ti	Zn	Cu	Mo	Sn	Al	Pb	Mn	Cd
30 小 櫃 川 君津郡上総町	a	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	-	+	±
	b	±	-	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	±
	c	+	-	+	-	+	+	+	-	-	+	±	+	+
	d	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	-	+	-
	e	-	-	+	-	±	+	+	-	-	±	-	+	±
31 相 模 川 神奈川県 厚木市	a	+	+	+	-	+	+	+	±	+	+	+	+	+
	b	+	-	+	-	+	+	+	±	+	+	+	+	+
	c	-	-	+	-	-	+	+	-	+	-	+	+	+
	d	-	-	+	-	-	+	+	-	+	-	+	+	+
	e	-	-	+	-	±	+	+	-	±	-	+	+	±
32 中 津 川 愛甲郡愛川町	a	-	-	+	-	±	+	+	-	-	+	-	+	±
	b	+	-	+	-	+	+	+	-	±	+	+	+	+
	c	+	-	+	-	+	+	+	+	-	+	-	+	+
	d	±	-	+	-	-	+	+	-	-	+	±	+	±
	e	-	-	+	-	±	+	+	-	-	±	-	+	±
33 小 俣 川 新潟県 岩船郡山北村	a	-	-	-	-	-	+	+	-	-	±	-	+	-
	b	+	-	-	-	±	+	+	-	-	+	+	+	+
	c	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+
	d	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	±
	e	-	-	±	-	-	+	+	-	-	±	-	+	-
34 中 継 川 岩船郡山北村	a	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	±
	b	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+
	c	+	-	-	-	+	+	+	±	-	+	+	+	+
	d	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	+
	e	-	-	-	-	-	+	+	-	-	±	-	+	-
35 高 根 川 岩船郡朝日村	a	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	±
	b	±	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+
	c	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+
	d	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
	e	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	±	+	-
36 三 面 川 岩船郡朝日村	a	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	±	+	-
	b	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
	c	+	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+	+
	d	-	-	±	-	-	+	+	-	-	+	-	+	-
	e	-	-	±	-	±	-	+	-	-	-	-	+	-
37 三 面 川 村上市	a	-	-	+	-	±	+	+	-	-	+	-	+	-
	b	+	-	+	-	+	+	+	-	±	+	+	+	+
	c	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+
	d	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	-	+	±
	e	-	-	+	-	-	+	+	-	-	±	-	+	±



第 5 表 つ づ き

		Cr	Ni	Zr	Ag	Ti	Zn	Cu	Mo	Sn	Al	Pb	Mn	Cd
38 荒 川 岩船郡 荒川町	a	+	-	+	-	±	+	+	-	-	+	+	+	+
	b	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+
	c	+	-	+	-	+	+	+	-	-	+	±	+	+
	d	-	-	+	-	±	+	+	-	-	+	±	+	+
	e	-	-	+	-	-	+	+	-	-	±	-	+	±
39 胎 内 川 北蒲原郡 黒川村	a	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-
	b	±	-	-	-	-	+	+	-	-	+	±	+	+
	c	+	±	-	-	+	+	+	±	-	+	+	+	+
	d	-	-	±	-	-	+	+	-	-	±	+	+	+
	e	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+	±
40 胎 内 川 北蒲原郡 中条町	a	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	-	+	+
	b	+	-	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+
	c	+	-	+	-	+	+	+	±	-	+	+	+	+
	d	-	-	+	-	±	+	+	-	-	±	±	+	+
	e	-	-	+	-	±	+	+	-	-	±	-	+	-
41 加 治 川 新発田市	a	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+
	b	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+
	c													
	d	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	±
	e	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+	+	±
42 加 治 川 新発田市	a	-	-	+	-	±	+	+	-	-	+	+	+	+
	b	+	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+
	c	+	-	±	+	±	+	+	-	-	+	+	+	+
	d	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+
	e	-	-	+	-	+	+	+	-	-	±	+	+	+
43 魚 野 川 南魚沼郡 湯沢町	a	-	-	±	-	-	+	+	-	-	+	+	+	±
	b	+	+	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+
	c	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+
	d	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+
	e	-	-	-	-	-	+	+	-	-	±	±	+	±
44 魚 野 川 南魚沼郡 塩沢町	a	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-
	b	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	+
	c	-	-	-	±	-	+	+	+	-	+	-	+	+
	d	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+
	e	-	-	-	-	-	±	+	-	-	-	-	+	-
45 魚 野 川 南魚沼郡 六日町	a	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	±	+	-
	b	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+
	c	+	±	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+
	d	-	-	-	-	±	+	+	-	-	+	+	+	+
	e	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+	+	+

第 5 表 つ づ き

		Cr	Ni	Zr	Ag	Ti	Zn	Cu	Mo	Sn	Al	Pb	Mn	Cd
46 魚 野 川 南魚沼郡 大和村	a	-	-	-	-	-	+	卅	-	-	±	卅	+	±
	b	+	-	-	-	+	+	卅	-	-	+	+	+	+
	c	-	-	-	+	+	+	卅	-	-	卅	+	+	+
	d	-	-	-	-	±	+	+	-	-	+	+	+	+
	e	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+	+	-
47 魚 野 川 北魚沼郡 小出町	a	+	±	-	-	+	+	+	-	-	+	-	+	±
	b	+	±	-	-	+	+	卅	-	±	+	+	+	+
	c	-	-	-	+	±	+	+	-	-	+	±	+	+
	d	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	+
	e	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	±
48 魚 野 川 北魚沼郡 堀之内町	a	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-
	b	±	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+
	c	+	+	-	-	+	+	+	+	-	卅	+	+	+
	d	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	-
	e	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-
49 魚 野 川 北魚沼郡 川口町	a	-	±	-	-	-	+	卅	-	-	+	+	+	-
	b	卅	-	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+
	c	+	-	-	+	+	+	+	+	-	卅	+	+	+
	d	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	+
	e	-	±	-	-	-	+	+	-	-	±	-	+	-
50 三 国 川 南魚沼郡 六日町	a	-	-	-	-	-	+	卅	-	-	±	+	+	±
	b	卅	+	-	-	+	+	卅	-	-	+	+	+	+
	c	-	-	-	+	+	+	+	-	-	卅	+	+	+
	d	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+
	e	-	-	-	-	+	+	+	-	-	±	+	+	+
51 佐 梨 川 北魚沼郡 湯之谷村	a	-	-	-	-	-	+	卅	-	-	+	±	+	-
	b	+	+	-	-	+	+	+	-	±	+	+	+	+
	c	+	-	-	+	+	+	+	+	-	卅	+	+	+
	d	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+
	e	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+	+	-
52 羽 根 川 北魚沼郡 広神村	a	-	-	-	-	-	+	卅	-	-	+	±	+	±
	b	+	-	-	-	+	+	卅	-	-	+	+	+	+
	c	+	+	-	+	+	+	+	+	-	卅	+	+	+
	d	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-
	e	-	-	-	-	-	+	+	-	-	±	±	+	-
53 破 間 川 北魚沼郡 広神村	a	-	-	-	-	-	+	卅	-	-	+	+	+	±
	b	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+
	c	+	+	-	+	+	+	+	+	-	卅	卅	+	+
	d	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+
	e	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+	+	±

第 5 表 つ づ き

		Cr	Ni	Zr	Ag	Ti	Zn	Cu	Mo	Sn	Al	Pb	Mn	Cd
54 刈谷田川 栃尾市	a	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	±
	b													
	c													
	d	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	±	+	-
	e	-	-	-	-	-	±	+	-	-	-	-	+	-
55 五十嵐川 南蒲原郡下田村	a	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+
	b	+	-	+	-	-	+	+	-	±	+	+	+	+
	c	+	-	±	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+
	d	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+
	e	+	-	+	-	-	+	+	-	-	±	-	+	±
56 加茂川 加茂市	a	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	±
	b	+	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+
	c	+	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+
	d	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	-
	e	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-
57 鶺鴒川 刈羽郡里姫村	a	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	±
	b	+	-	+	-	+	+	+	-	-	+	±	+	+
	c	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+
	d	+	-	+	-	+	+	+	-	-	+	±	+	+
	e	-	-	+	-	-	+	+	-	-	±	-	+	-
58 荒川 高田市	a	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	-
	b	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	-
	c													
	d	±	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-	+	-
	e	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-	+	±
59 矢代川 高田市	a	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+	±
	b	±	-	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+
	c													
	d	-	-	+	-	±	+	+	-	-	+	±	+	+
	e	-	-	-	-	+	+	+	-	-	±	+	+	+
60 桑取川 直江津市	a	±	-	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	-
	b	+	-	+	-	+	+	+	±	-	+	+	+	+
	c	+	+	+	-	+	+	+	±	-	+	±	+	+
	d	-	-	±	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+
	e	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	-
61 庄川 富山県	a	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	±
	b	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+
	c	+	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+
	d	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	±	+	+
	e	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	±

第 5 表 つ づ き

		Cr	Ni	Zr	Ag	Ti	Zn	Cu	Mo	Sn	Al	Pb	Mn	Cd
62 九 頭 竜 川 福 井 県 吉 田 郡 森 田 町	a	-	-	-	-	-	+	+	-	-	±	-	+	±
	b	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+
	c	-	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+
	d	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	±	+	+
	e	-	-	±	-	-	+	+	-	-	-	-	+	±
63 笙 の 川 敦 賀 市	a	-	-	-	-	-	+	+	-	-	±	-	+	-
	b	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+
	c	+	-	-	-	+	+	+	±	+	+	±	+	+
	d	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	-
	e	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-
64 千 曲 川 長 野 県 上 田 市	a	-	-	-	-	-	+	+	±	-	+	-	+	-
	b	+	-	-	-	-	+	+	±	-	+	+	+	+
	c	-	-	-	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+
	d	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	±
	e	-	-	-	-	-	±	+	-	-	±	-	+	-
65 薬 科 川 静 岡 県 静 岡 市	a	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	±
	b	+	+	-	-	±	+	+	-	-	+	±	+	+
	c	+	+	-	-	+	+	+	±	-	+	+	+	+
	d	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	-
	e	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	±
66 吉 川 周 智 郡 天 方 村	a	-	-	-	-	-	+	+	-	-	±	±	+	-
	b	-	±	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+
	c	+	+	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	±
	d	+	-	-	-	±	+	+	-	-	+	+	+	+
	e	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	±	+	-
67 三 倉 川 周 智 郡 天 方 村	a	-	-	±	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-
	b	+	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+
	c	-	-	-	-	-	+	+	-	-	±	+	+	-
	d	-	-	-	-	-	+	+	-	-	±	+	+	-
	e	-	-	±	-	-	+	+	-	-	±	+	+	-
68 振 草 川 愛 知 県 北 設 楽 郡 東 栄 町	a	-	-	±	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-
	b	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+
	c	-	-	-	-	-	+	+	-	±	+	-	±	+
	d	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	-
	e	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-
69 豊 川 南 設 楽 郡 新 城 町	a	-	-	±	-	-	+	+	-	-	+	-	+	±
	b	+	-	-	-	±	+	+	-	-	+	+	+	+
	c	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	-
	d	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	-
	e	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-

第 5 表 つ づ き

		Cr	Ni	Zr	Ag	Ti	Zn	Cu	Mo	Sn	Al	Pb	Mn	Cd
70 豊川 南設楽郡 新城町	a	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	-
	b	+	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	+
	c	+	+	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+	+
	d	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	-
	e	-	-	-	-	-	±	+	-	-	-	-	+	-
71 豊川 豊川市	a	-	-	-	-	-	+	+	-	-	±	-	+	-
	b	±	-	-	-	+	+	+	-	-	+	±	+	+
	c													
	d	-	-	-	-	-	+	+	-	-	±	-	+	-
	e	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-
72 巴川 東加茂郡 足助町	a	-	-	-	-	-	+	+	-	-	±	-	+	-
	b	±	-	-	-	-	+	+	-	-	+	±	+	+
	c	-	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+
	d	-	-	-	-	-	+	+	-	-	±	-	+	-
	e	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-
73 木曾川 尾張一宮市	a	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	±	+	+
	b	+	-	-	-	±	+	+	-	-	+	±	+	+
	c	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+	±	+	+
	d	-	-	-	-	-	+	+	-	-	±	-	+	+
	e	-	-	-	-	-	+	+	-	-	±	-	+	+
	f	-	-	-	+	-	+	+	-	-	+	±	+	±
74 木曾川 岐阜県 恵那市	a	-	-	-	-	±	+	+	-	-	+	+	+	±
	b	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+
	c	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+
	d	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+
	e	-	-	-	-	-	+	+	-	-	±	-	+	-
75 矢作川 恵那郡 上矢作町	a	-	±	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	-
	b	+	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+
	c	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	+	+
	d	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	+
	e	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-
76 宮川 高山市	a	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	-
	b	±	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	+
	c	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+
	d	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	-
	e	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-
77 揖斐川 揖斐郡 揖斐町	a	-	-	-	-	-	+	+	-	-	±	-	+	±
	b	+	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+
	c	+	±	-	-	+	+	+	-	-	+	±	+	+
	d	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	-
	e	-	-	-	-	-	+	+	-	-	±	-	+	-

第 5 表 つ づ き

		Cr	Ni	Zr	Ag	Ti	Zn	Cu	Mo	Sn	Al	Pb	Mn	Cd
78 石 田 川 滋 賀 県 高 島 郡 今 津 町	a	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	±
	b	-	±	-	-	-	+	+	-	±	+	+	+	+
	c	±	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+
	d	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	±	+	+
	e	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	+
79 天 の 川 坂 田 郡	a	-	-	-	-	-	+	+	-	-	±	-	+	±
	b	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	+
	c	+	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+
	d	-	-	-	-	-	+	+	+	-	±	-	+	±
	e	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-
80 桂 川 京 都 市 伏 見 区 久 我 町	a	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	±	+	-
	b	+	-	±	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+
	c	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
	d	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	±
	e	-	-	-	-	-	±	+	-	-	-	-	+	-
81 木 津 川 京 都 府 相 楽 郡 加 茂 町	a	-	-	-	-	-	+	+	-	-	±	+	+	-
	b	+	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	±
	c	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+
	d	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-
	e	-	-	-	-	±	+	+	-	+	-	-	+	-
82 由 良 川 福 知 山 市	a	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	+
	b	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+
	c	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	±	+	+
	d	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	+
	e	-	-	-	-	-	±	+	-	-	-	-	+	+
83 宇 陀 川 奈 良 県 宇 陀 郡 室 生 村	a	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	-
	b	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	-
	c	-	-	-	+	+	+	+	-	-	+	-	+	-
	d	+	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	-
	e	-	-	-	-	-	+	+	-	-	±	-	+	-
84 吉 野 川 吉 野 郡 川 上 村	a	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	±
	b	+	-	-	-	±	+	+	-	+	+	+	+	+
	c	±	-	-	±	+	+	+	-	-	+	-	+	+
	d	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	±	+	-
	e	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-
85 熊 野 川 和 歌 山 県 新 宮 市	a	-	-	±	-	-	+	+	-	-	+	-	+	-
	b	+	-	-	-	+	+	+	-	±	+	+	+	+
	c	±	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+	+
	d	-	-	±	-	-	+	+	-	-	+	±	+	-
	e	-	-	±	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-

第 5 表 つ づ き

		Cr	Ni	Zr	Ag	Ti	Zn	Cu	Mo	Sn	Al	Pb	Mn	Cd
86 富 田 川 西牟婁郡 富田川町	a	-	-	±	-	-	+	+	-	-	+	-	+	±
	b	±	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+
	c	+	-	-	-	+	+	+	+	±	+	-	+	+
	d	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	-
	e	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	-
87 円 山 川 兵庫 県 養父郡 八鹿町	a	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+	+	+
	b	-	+	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+
	c	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+
	d	-	+	±	-	-	+	+	-	-	-	+	+	±
	e	-	-	-	-	-	+	+	-	-	±	+	+	±
88 猪 篠 川 神 戸 市	a	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	±
	b	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+
	c	-	-	-	-	-	+	+	±	-	+	+	+	+
	d	-	-	-	-	-	+	+	-	-	±	+	+	+
	e	-	-	±	-	-	+	+	-	-	-	+	+	±
89 加 古 川 多可郡 黒田庄村	a	-	-	-	-	-	+	+	-	-	±	-	+	±
	b	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+
	c	+	+	-	-	+	+	+	±	-	+	+	+	+
	d	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	±
	e	-	-	±	-	-	+	+	-	-	+	-	+	±
90 揖 保 川 姫路市	a	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	±	+	±
	b	+	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+
	c	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	±	+
	d	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	±	+	+
	e	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+	+	+
91 吉 井 川 岡 山 県 津山市	a	-	-	-	-	-	+	+	-	-	±	-	+	±
	b	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+
	c	-	-	-	-	±	±	+	-	-	+	-	+	-
	d	-	-	-	-	±	+	+	-	-	±	-	+	-
	e	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	±	+	-
92 旭 川 真庭郡 八束村	a	-	-	-	-	-	+	+	-	-	±	-	+	-
	b	+	+	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+
	c	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-	+	±
	d	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	±
	e	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	±
93 高 梁 川 高 梁 市	a	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+
	b	+	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+
	c	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
	d	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+	+	+
	e	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+	+	±

第 5 表 つ づ き

		Cr	Ni	Zr	Ag	Ti	Zn	Cu	Mo	Sn	Al	Pb	Mn	Cd
94 江 川 島 根 県 邑 智 郡 桜 江 町	a	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	±
	b	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	±	+	+
	c	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+	±	+	+
	d	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	±
	e	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-
95 江 川 邑 智 郡 桜 江 町	a	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	-
	b	±	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+
	c	+	-	±	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+
	d	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	+
	e	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-
96 周 布 川 浜 田 市	a	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	-
	b	-	-	-	-	±	+	+	-	-	+	+	+	+
	c	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+	±	+	±
	d	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	±	+	±
	e	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-
97 木 野 川 広 島 県 佐 伯 郡 佐 伯 町	a	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-
	b													
	c													
	d	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-
	e	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-
98 木 野 川 佐 伯 郡 佐 伯 町	a	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	±	+	-
	b	±	-	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+
	c	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
	d	-	-	±	-	-	+	+	-	-	-	±	+	±
	e	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	+	+	+
99 財 田 川 香 川 県 観 音 寺 市	a	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	±	+	±
	b	+	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+
	c	+	-	-	+	+	+	+	-	-	+	±	+	+
	d	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	±	+	-
	e	-	-	±	-	±	+	+	-	-	-	±	+	-
100 川 上 川 佐 賀 県 佐 賀 郡	a	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	-
	b	+	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+
	c	-	-	-	+	-	+	+	-	-	+	-	+	+
	d	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	-
	e	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	±
101 玉 島 川 東 松 浦 郡 浜 崎 玉 島 町	a	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	-
	b	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+	±	+	+
	c	+	±	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+	±
	d	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	±
	e	-	-	-	-	-	±	+	-	-	±	-	+	-



第 5 表 つ づ き

		Cr	Ni	Zr	Ag	Ti	Zn	Cu	Mo	Sn	Al	Pb	Mn	Cd
102 糸 岐 川 藤津郡 太良町	a	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	±	+	-
	b	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	±
	c	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+
	d	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	-
	e	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-
103 佐 護 川 長崎県 対馬下島 上 町	a	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	±
	b	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+
	c	+	-	±	-	+	+	+	-	-	+	±	+	±
	d	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	±
	e	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	±
104 郡 川 大 村 市	a	-	+	-	-	-	+	+	-	-	+	±	+	-
	b	+	-	±	-	+	+	+	-	-	+	+	+	±
	c	+	-	+	-	+	+	+	-	-	+	±	+	-
	d	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+	±	+	-
	e	-	-	-	-	-	+	+	-	-	±	±	+	±
105 球 磨 川 熊本県 球磨郡 球磨村	a	-	-	±	-	-	+	+	-	-	+	-	+	-
	b	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	c	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	d	-	-	±	-	-	+	+	-	-	+	-	+	+
	e	-	-	±	-	-	+	+	-	-	-	-	+	±
106 大 野 川 大分県 鶴崎市	a	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+
	b	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	±	+	+
	c	-	-	-	-	+	+	+	±	+	+	-	+	+
	d	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	±
	e	-	-	-	-	-	±	+	-	-	-	-	+	±
107 久 留 川 南海郡 直川村	a	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	-
	b	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-
	c	+	-	±	-	+	+	+	±	-	+	-	+	-
	d	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	-	+	-
	e	-	-	±	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-
108 堅 田 川 佐伯市	a	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-
	b	+	-	±	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+
	c	-	-	+	±	+	+	+	±	-	+	-	+	+
	d	-	-	+	-	±	+	+	-	-	+	+	+	±
	e	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	±	+	±
109 五 十 鈴 川 宮崎県 東臼杵郡 門川町	a	±	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-	+	±
	b	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+	±	+	+
	c	+	+	-	-	+	+	+	±	-	+	-	+	+
	d	±	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
	e	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	-

第 5 表 つ づ き

		Cr	Ni	Zr	Ag	Ti	Zn	Cu	Mo	Sn	Al	Pb	Mn	Cd
110 小丸川 児湯郡高鍋町	a	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	±
	b	±	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+
	c	+	+	+	-	+	+	+	±	-	+	+	+	±
	d	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	-
	e	-	-	-	-	-	±	+	-	-	+	-	+	±
111 一ツ瀬川 児湯郡西都町	a	-	-	±	-	-	+	+	-	+	+	-	+	-
	b	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	-
	c	-	-	-	-	+	+	+	±	-	+	-	+	+
	d	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	-
	e	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-
112 一ツ瀬川 児湯郡西都町	a	+	-	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+	±
	b	+	±	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	±
	c	+	+	-	-	+	±	+	-	-	+	±	+	±
	d	+	-	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+	±
	e	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	±
113 本庄川 東諸県郡国富町	a	-	±	±	-	-	+	+	-	-	+	±	+	±
	b	+	-	±	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+
	c	+	+	-	-	+	+	+	-	-	+	±	+	±
	d	±	-	±	-	+	+	+	-	-	+	-	+	±
	e	-	-	+	-	±	+	+	-	-	+	-	+	±
114 本庄川 宮崎市	a	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	±	+	±
	b	+	-	±	-	±	+	+	-	-	+	+	+	+
	c													
	d	+	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	-
	e	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	±
115 大淀川 宮崎市	a	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+	±
	b	-	-	±	-	+	+	+	-	-	+	±	+	+
	c													
	d	-	-	±	-	-	+	+	-	+	±	-	+	±
	e	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	+	±
116 酒谷川 日南市	a	-	-	±	-	-	+	+	-	-	+	-	+	±
	b	±	±	-	-	-	+	+	±	-	+	+	+	+
	c	+	+	-	-	+	+	+	±	-	+	±	+	±
	d	+	-	-	-	±	+	+	-	-	+	±	+	-
	e	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	±

VII. 摘 要

1. 全国河川 116 地点から採集されたアユをそれぞれ頭, エラ, 臓腑, 肉, 脊骨の 5 部分に大別して灰化し, その灰分について発光分光分析法により微量金属の含有量を比較検討した。

2. Cr, Ni, Ag, Mo, Sn, Pb, Cd など大多数の金属は臓腑, エラの灰分中にしばしば検出され, その含有量も高いようであるが, Sr, Ba, Mnなどは臓腑よりもかえって他の部分の灰分に含有量が高い傾向を示している。

3. 高梁川産アユについて臓腑別の灰分を取り, 同様の発光分光分析を行なった結果では, Cr, Ni, Ti, Alなどは食餌の通過する消化管系統に高濃度であり, 直接消化管内容物に含有されている場合が多いと想像されたが, Sr, Ba, Ag, Mo, Pb, Mn, Cdなどは消化管内容物と直接の関係がないものと思われ, 消化管系統以外の臓器にかえって濃厚のようであった。

4. Cr, Cdなどのような生物体の有害重金属は全国的にみて西日本よりも東日本産の試料に多量に含まれている場合が多く, 東高西低の分布傾向が認められるが, Niは関東以西の試料に高濃度のもが多く, 反対の傾向を示している。そのほか, Snは埼玉, 大分, 宮崎の3県下だけに多量に含まれている例があり, またAg, Moは本州中央部に検出される頻度が高く, 反対にZrは東北と九州つまり日本の両端部の試料に検出される機会が多いようであった。これに対して, Sr, Ba, Cu, Pb, Mn, Bなどは特別な分布傾向を示していないようであった。

5. スペクトル線の認められた試料についての人工標準による灰分中の想定含有量は概略

Cr: 10ppm 以上最高 1000~10000ppm (0.1~1%) まで,

Ni: 10~100ppm 程度,

Zr: 2000ppm (0.2%) 前後,

Ag: 1ppm 以下,

Ti: 500~5000ppm (0.05~0.5%) 程度あるいはそれ以上,

Zn: 200~2000ppm 程度,

Cu: 2~100ppm, 最高 1000ppm (0.1%) 程度まで,

Mo: 100ppm 以下,

Sn: 1~10ppm, 高濃度のもので 100ppm 程度,

Pb: 10~100ppm,

Mn: 1000ppm (0.1%) 程度, あるいはそれ以上,

Cd: 1~10ppm, 最高 100ppm 程度まで,

以上のとおりである。したがって, 最も低い含有量を示す金属は Ag であり, ついで Ni, Cu, Pb, Cd など, 反対に平均して最も高濃度の金属は Mn, Ti, Zr などであろう。

## VIII. 考 察

1. 微量金属ことに重金属元素がアユの臓腑やエラに多量に含まれている場合の多い理由は, 全試料についての臓腑別の分析をしなかつたので, はつきり説明できないが, 高梁川産アユにおける臓腑別分析の結果から推論すれば, 食餌およびその附着物(河床泥土など)に含まれていて, 消化管内容物中に残留していたものが検出された場合もかなり多いけれども, 一度アユ体内に吸収され各臓腑に移行蓄積されたものが検出されている場合も少なくないと考えられる。

2. 水質とアユ漁獲量との関係を調べてみると, 第2図のごとく, 酸性傾向の強い河川ほど相対的な漁獲量の低いことがわかる。すなわち, 東日本のように地質が新第3紀凝灰岩層に属し, 硫酸性河川の分布密度の高い地方では, アユの生息が少ない傾向がうかがわれる。また, これと平行して生物体内に集積されやすい Cr, Cd などの有害重金属のアユ体内における含有量も, 糸魚川静

岡構造線あたりを境として東高西低の傾向を示しており、地質母岩の性質に伴って水が酸性であれば、これら重金属が土壌から溶出して、生物体に移行する量も多いのではないかと考えられる。

3. 今までに行なつた種々の試料の発光分光分析の結果と、本研究の結果を考え合わせれば、アユ体内に吸収蓄積される傾向の著しい金属は Cd であると言えよう。Ni, Ag, Zn, Mo, Sn, Pb, Mn など、ある程度その傾向を示しているように考えられる。

## 参 考 文 献

- G. R. Harrison (1939). Wavelength Table. (Massachusetts Institute of Technology)
- 農林省水産局 (1942). 河川漁業調 第8輯。
- 小島良夫, 富山哲夫 (1949). 水の生産力を支配する要因に関する研究Ⅲ。(ニジマス稚魚の斃死に及ぼす水質の影響) 日本水産学会誌 15 卷, 6 号。
- 小林純 (1950). 本邦河川の化学的研究 (第1報)。(秋田県内主要河川の水質に就て) 農事試験場彙報第4卷, 第2号。
- 木村健二郎, 他訳 (1953). スタイルズ. 微量元素。
- 農林省統計調査部 (1953). 農林水産統計月報 No. 17 (昭和27年度内水面漁業漁獲量)
- L. H. Ahrens (1954). Spectrochemical Analysis.
- 小林純 (1954). 本邦河川の化学的研究 (第2報)。九州地方の水質について (後篇) 農学研究 42 卷 1 号。
- 小林純 (1955). 本邦河川の化学的研究 (第3報)。関東地方の水質について。農学研究 43 卷, 1 号。
- 農林省統計調査部 (1956, 1957, 1958). 漁業養殖業漁獲統計表。農林水産統計資料, No. 75, 農林水産統計報告 31—9, 農林水産統計報告 32—32。
- 宮本武之輔 (1957). 治水工学。
- 小林純 (1958). 水の酸性と脳卒中死亡率との相関について。水道協会雑誌 33 年 1 月号。
- 三井進午, 今泉吉郎 (1958). 作物の要素欠乏。
- 青木茂一, 山本有彦 (1958). 土壌並びに植物中のモリブデンに関する研究 (第1報)。日本土壤肥科学雑誌 29 卷, 8 号。
- 東京天文台 (1959). 理科年表。
- 農林省振興局研究部 (1959). 作物の微量要素としてのモリブデン (Mo) に関する試験研究成績集録。

写真 1. 水に含まれる Sr, Ba およびアユ体内の Sr, Ba の分布

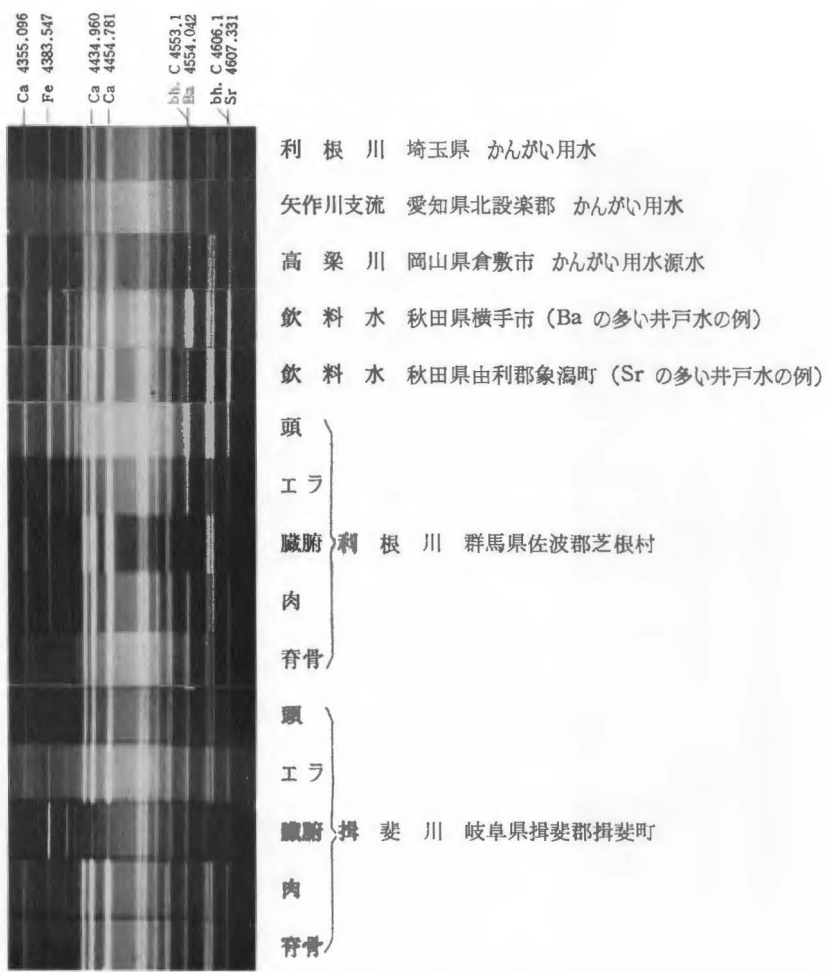


写真 2. 各種試料における Cr

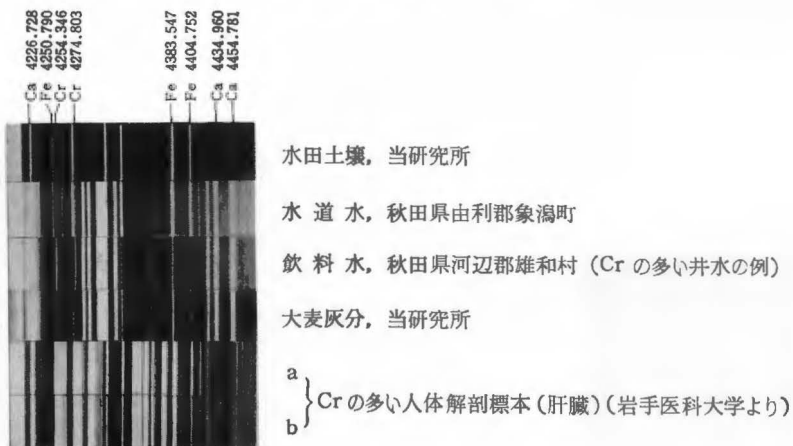


写真 3. アユに含まれる Cr

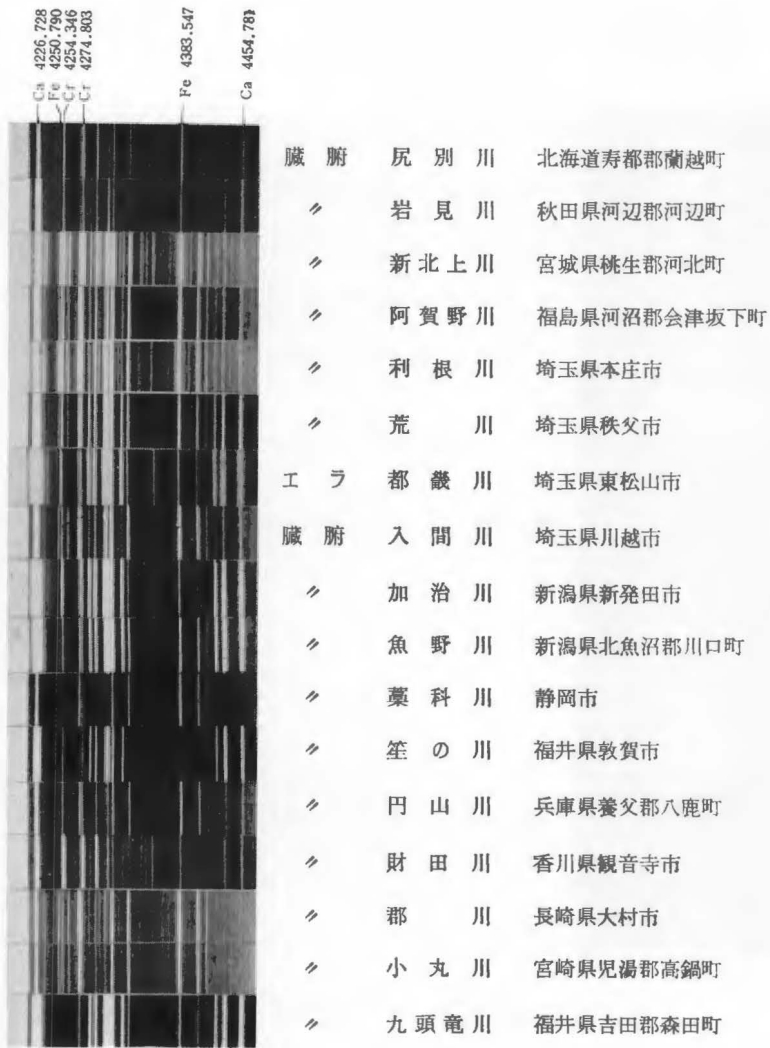


写真 4. 人工標準スペクトル強度 (Cr)

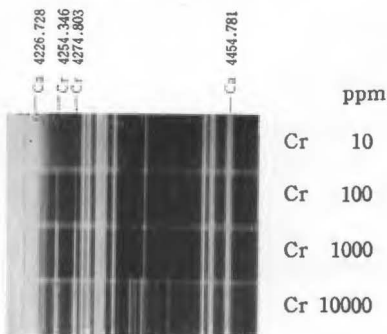


写真 5. 臓腑におけるAlとMgの関係

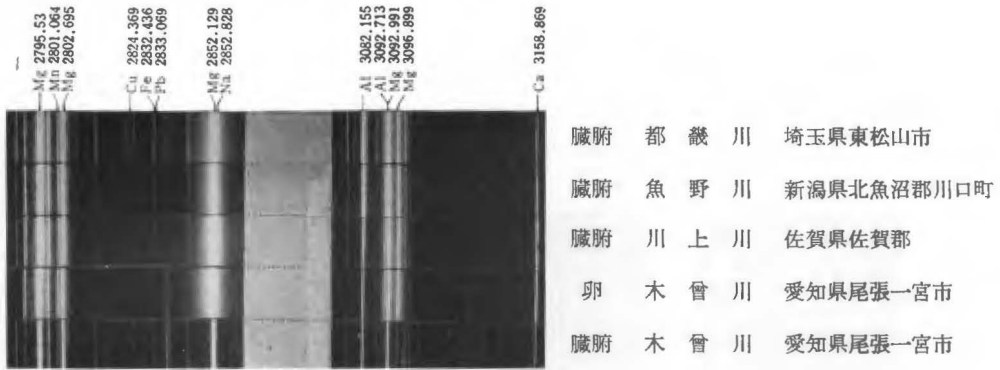


写真 6. 各種試料におけるPb

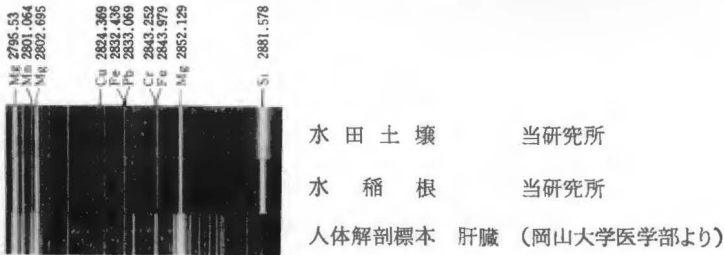


写真 7. アユに含まれるPb

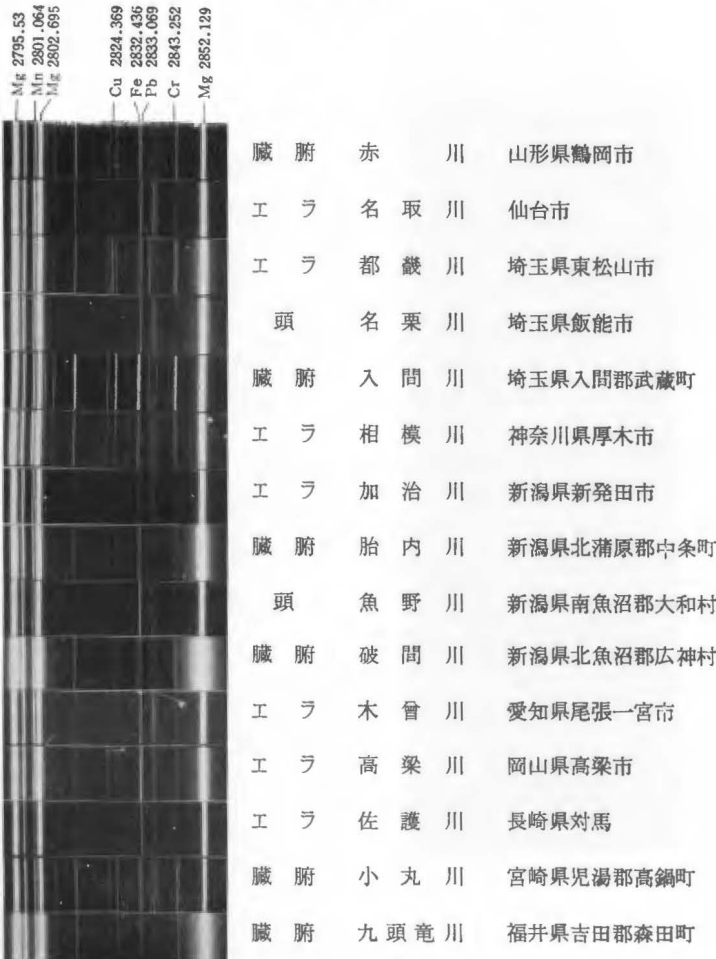


写真 8. 人工標準スペクトル強度 (Cd, Pb)  
(Mn, Cr は次強線, Mg は不純物) ↓

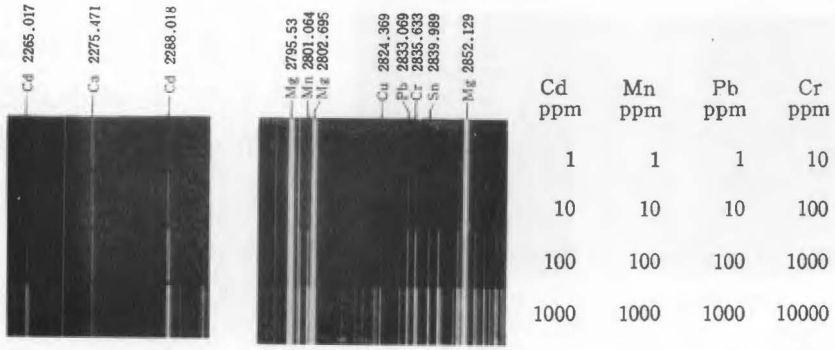
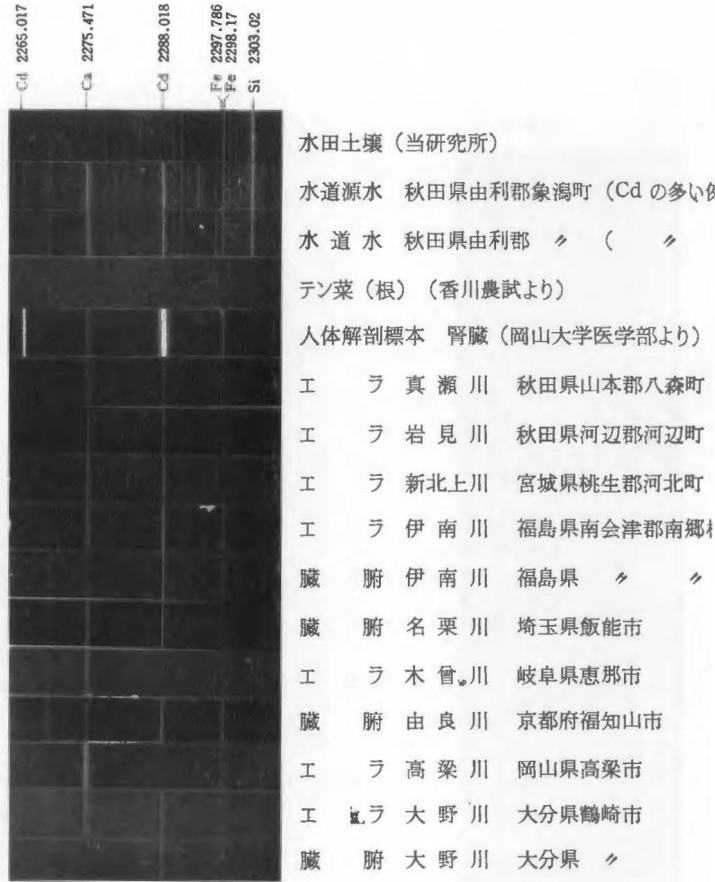


写真 9. アユ体内の Cd の分布



写真 10. アユ及び土壌, 水道水, 動植物における Cd



水田土壌 (当研究所)  
 水道源水 秋田県由利郡象潟町 (Cd の多い)  
 水道水 秋田県由利郡 ( )  
 テン菜 (根) (香川農試より)  
 人体解剖標本 腎臓 (岡山大学医学部より)  
 エ ラ 真瀬川 秋田県山本郡八森町  
 エ ラ 岩見川 秋田県河辺郡河辺町  
 エ ラ 新北上川 宮城県桃生郡河北町  
 エ ラ 伊南川 福島県南会津郡南郷村  
 臓 腑 伊南川 福島県 ( )  
 臓 腑 名栗川 埼玉県飯能市  
 エ ラ 木曾川 岐阜県恵那市  
 臓 腑 由良川 京都府福知山市  
 エ ラ 高梁川 岡山県高梁市  
 エ ラ 大野川 大分県鶴崎市  
 臓 腑 大野川 大分県 ( )