

巻末資料

1. 産業廃棄物の検定方法等検討委員会議事録概要
2. 産業廃棄物の検定方法に関連する参考文献等

1. 産業廃棄物の検定方法等検討委員会議事録概要

(1) 第1回検討委員会 議事概要

1. 日 時：平成21年10月21日（水）14：00～16：30
2. 場 所：法曹会館2階 寿の間（東京都千代田区霞ヶ関1-1-1）
3. 出席者：（検討委員）酒井、小野、肴倉、細見、門木、王 以上敬称略
（環境省）谷口、峯 以上敬称略
（事務局）貴田、豊口、石渡、向中野

4. 議事概要：

第1回検討委員会における議事概要を以下に示す。

1) 「産業廃棄物の検定方法」に関する現状と課題について

◆改正の背景として、以下の4点が確認された。

- ① 「産業廃棄物の金属等に係る検定方法」（環境庁告示第13号）は30年以上変更されていない。（他法令の追加・変更に係る追加・修正を除く）
- ② 「産業廃棄物の金属等に係る検定方法」は溶出毒性の評価試験法であり、土壤汚染対策法における土壤環境基準の検定方法、再生製品の環境安全性評価の試験法と類似しているが、それらとの整合を図る必要性が生じている。
- ③ 「産業廃棄物の金属等に係る検定方法」の各項目に対する検定方法は主に日本工業規格（JIS K0102）を引用しているが、2008年の大幅改正に対応していない。
- ④ 安定型産業廃棄物として、いわゆる安定5品目（廃プラスチック類、ゴムくず、金属くず、ガラスくず・コンクリートくず・陶磁器くず、コンクリート破片等建設系不要物）に加えて、環境大臣が定めるものとして石綿廃棄物の無害化処理物等（溶融固化物等）が指定されている。石綿廃棄物の無害化処理物に対しては所定の溶出試験（土壤環境基準に係る検定方法と同じ）で基準値を満たしたものとされているが、有害物質の検定方法が2008年のJIS改正に対応していない。

◆課題として以下の4点があげられた。

- ① 試料粒径
- ② 検液の作成
- ③ 検定方法
- ④ 石綿含有廃棄物の無害化処理物に対する溶出試験
- ⑤ 廃棄物、処理物、残土、汚染土壌、再生材、再生製品に対する溶出毒性の考え方

◆遠心分離については、rpmでなくGで統一。

◆告示「廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行令第六条第一項第三号イ（6）に掲げる安定型産業廃棄物として環境大臣が指定する産業廃棄物」が平成二十年四月一日付の環境基準告示等の改正に対応していない。さらに、これに係る溶出試験方法がJISや環境基準告示付表の内容を反映していないため、対応策についての検討を本委員会の目的に追加。

2) 「産業廃棄物の検定方法」改定に係る実試料の分析計画について

◆実試料の分析計画に係る検討項目として、以下を確認した。

- ①環境庁告示第13号、環境庁告示第46号に係るスラグの比較データを分析
- ②振とう容器、時間、ろ紙の種類について検討

- ③砒素、セレンについては ICP-MS で測定
- ④ブラウン管ガラスカレットは鉍滓として分析。
- ⑤検体数は、事業の期限内での最大限の数で調整。

3) 「産業廃棄物の検定方法」アンケート調査について

- ◆産業廃棄物の検定を実施している実務者を対象。実務の現状や課題、それに関する対応策等を把握し、改定にむけた意見を集約。
- ◆配布は 2009 年 11 月とし、12 月末日が締め切り。
- ◆第 2 回検討委員会で中間報告を行う。

(2) 第2回検討委員会 議事録概要

1. 日 時：平成22年1月19日（火）14：00～16：30
2. 場 所：航空会館 203号室（東京都港区新橋 1-18-1）
3. 出席者：（検討委員）酒井、小野、肴倉、水谷、細見、門木 以上敬称略
（環境省）坂川、谷口、峯、安永 以上敬称略
（事務局）貴田、豊口、石渡、向中野

4. 議事概要：

第2回検討委員会における議事概要を以下に示す。

1) 「産業廃棄物の検定方法」改定に係る実試料の分析計画及び分析結果（中間報告）について

- ① 分析試料は汚泥、燃え殻、ばいじん、鉍さい、熔融スラグ、その他の6種類で、事前分析し、溶出量の多い5試料について条件を変えた溶出試験を行った。
- ② 事前分析の結果、測定項目のうちPbやCrのみが溶出するなど、項目の偏りがあり、全項目の検討を行える状況ではなかった。
- ③ VOCに関しては高濃度の汚染物が入手出来ず、脱水汚泥にVOCの標準を添加した模擬汚染土壌で、対応を進める。
- ④ 農薬のチラウム、チオベンカルプ、シマジンについては溶出する割合が極めて少なく、一般的に入手が困難のため、今回の分析では対象外とする。
- ⑤ PCBは試料が入手出来ず、PCB汚染土壌を汚泥と見なして溶出実験を実施する。
- ⑥ 環境庁告示第13号試験の結果に対して差がみられるのは以下の3項目。
 - a) 焼却灰の六価クロム、及びブラウン管ガラスのPbについて、環告46号試験の方が低濃度。
 - b) 焼却灰のPb及び鉍滓の六価クロムについて、遠心分離操作単独（ろ過なし）の濃度は、遠心分離＋ろ過操作の濃度の方が高い結果であった。これは予想されたことであり、ろ過しないと浮遊粒子の影響があった。
 - c) 脱水汚泥のAsについて、環境庁告示第46号の溶出濃度が13号より高く、予想に反していた。環境庁告示第46号は風乾試料を基本とするため含水率が高い試料であることが原因。

◆JIS2008年度版での変更により、AsとSeはICP-MS法が追加された。そのため、ICP-MSが廃棄物試料に適用できるかどうか検討予定。

2) 「産業廃棄物の検定方法」アンケート調査結果について（中間報告）

- ① 全体で579配布し、1月現在で141機関、25%の回答を得た。回答の期限を本年1月末までに延長。
- ② 「7. 振とう前の放置時間」においてタイマーや時間を決めていない等、放置時間について現場では困難な課題として捉えている。
- ③ 「9. 振とう後から固液分離までの放置時間」において、それぞれが所有している機器の台数と性能に差があるため回答にばらつきがある。
→アンケート回答結果から、厳密に放置時間を決めることは可能だが、一方で回答内容からはそれを遵守出来るか不安定な要素を残している。
- ④ 「10. 振とう時間」において、実務者から6時間より短く、あるいは長くという意見が出されているが、合理性・妥当性は不明。

⑤ 「11. 固液分離」において、吸引ろ過あるいは遠心分離後吸引ろ過が多かった。

ろ紙は公定法どおりガラス繊維ろ紙を使用している機関が多いが、孔径やメーカーは様々。また、揮発性有機物の固液分離方法は、ろ過を行わない機関が多くあった。簡易であり、しかも損失が少ない方法であると判断されている可能性がある。

◆ろ紙のメーカーにより性能が異なるため、結果にもばらつきがある。そのため孔径は一定の基準が必要。その際には土壌の基準値である 2mm にあわせ、再利用品として土壌とする方向もあるが、安全性に疑問。

→廃棄物を土壌の基準と同様にはできない。むしろアンケート結果からは、相当数の分析機関が、既に基準となっている事を守っていないことが明らかになっている。まずはそれらを防止する策として、分析機関に注意を喚起し、決まりごとを遵守して頂く事が大切。次に、改訂に向けての検討項目について、根拠を提示するという段階的な取り組みが必要。

3) 「産業廃棄物の検定方法」改定に係る事項について

◆溶出時間は、6 時間の設定とする。ただし、参考資料 3 のように、分取などでデータの差が出る、ろ紙の孔径等については注意を喚起。

◆ろ紙の孔径を 0.45 μm か 1 μm なのか、ろ紙の粒子が通る、通らないという考え方だけでなく、環境全体のバランスの中で考え、環境安全性の面からも検討。

◆前回追加された検討事項である、石綿含有廃棄物の無害化処理物に対する分析対象粒径を 0.5~5mm にして良いかという事に関しては、再度根拠を整理。

(3) 第3回検討委員会 議事録概要

1. 日 時：平成22年3月8日（月）17：30～20：00
2. 場 所：航空会館 506号室（東京都港区新橋 1-18-1）
3. 出席者：（検討委員）酒井、小野、肴倉、水谷、細見、門木、王 以上敬称略
（オブザーバー）藤森 以上敬称略
（環境省）谷口、峯、泉 以上敬称略
（事務局）貴田、豊口、石渡、向中野

4. 議事概要：

第3回検討委員会における議事概要を以下に示す。

1) 「産業廃棄物の検定方法」改定に係る実試料の分析結果

◆分析内容について

- ①溶出試験は35試料を予定していたが、40試料に増加。
- ②スラグ等の成型体は、対象の試料が入手できなかったため分析していない。
- ③農薬の検査は実施していない。PCBは汚染土壌、VOCは模擬汚染土壌を分析。
- ④2008年GISの改定により、砒素、セレンについてはICP-MSが分析法として採用されている。一方廃棄物の溶出試験では告示の中で検査項目に認知されていないため、原子吸光法とICP-MSの2通りでの分析結果を比較。

◆分析結果について

- ①溶出濃度に対して、振とう時の溶媒/容積比は60%以下では差がみられないが、84%では殆どの項目で低値になり、混合が不十分な結果と考えられた。
- ②溶出濃度に対して、振とう時間はCr6+、Pbなどで24時間が6時間に対して低値になる傾向が、一方As及びSeはほぼ等しい値となった。
- ③ろ紙の種類と孔径について、溶出濃度が $1\mu\text{mGFF} > 0.45\mu\text{mMF}$ となったのは、汚泥、ばいじん、土壌等のAs、Hg、PCB等であった。
- ④泥状廃棄物は遠心分離後のろ過操作を行うことによって溶出濃度が低くなった。
- ⑤VOCの溶出濃度で、ろ過“あり”が“なし”よりも1割程度高い数値になった。
- ⑥As及びSeについて、水素化物原子吸光法とICP-MS法を検討し、測定値に大きな差はみられなかったが、一部試料でICP-MS法が高い傾向がみられた。

◆機械操作の違いとばらつきの関係性について調査しているか。

→調査していない。実務者にヒアリング等でデータを収集し、補足出来る可能性はある。

2) 「産業廃棄物の検定方法」アンケート調査結果について

◆アンケートに関連し、建設材料へ循環利用される副産物・廃棄物の環境安全管理方策について参考資料5が報告された。

- ① 土壌を2mm以下で試験するのは力学的特性から妥当。
- ② 安定型処分場に溶融固化物を投入する際に2mm以下に破碎して溶出試験を行っているが、有姿から細粒化されることを考慮した粒度調製が必要。再利用物の判定基準もこの方法と同様に行わざるを得なくなり、その結果、多くの再利用物が再利用できなくなる可能性がある。再利用物に対して、この方法で評価しない場合、安定型処分場には基準を満たせず投入できないが、実環境中では利用ができるという逆転した状態が生じる可能性がある。

③ 欧州では新たな環境管理方策が制定済みや検討段階にあるので、注視すべき。
→再生材に関しては本委員会の目的に直接関連するものではなく、別途項目として検討。

3) 「産業廃棄物の検定方法」改定に係る事項について

- ◆孔径に関連し、環境安全性の観点から魚類への影響について報告された。
 - ①魚類のろ過器官である鰓耙を通して通過する粒径の最小値は $5\mu\text{m}$ 以下。廃棄物溶出試験で用いる $1\mu\text{m}$ の孔径に関しては、魚類への影響との関連は無いと考えてよいのではないか。
 - ② $0.5\mu\text{m}$ 以下の粒子が鰓の細胞内に入り、それ以上の粒子は貪食できない。魚類と粒子に関連し、毒性を検証している文献は世界的に非常に少なく、現在さらに調査中。
→魚類の話だけで孔径の論拠を決めるのはそもそも難しい。ろ過の孔径は、①試験の再現性について②移動性について③処分場の指定区域解除が行われた際、その後は処分地を土壌扱いする可能性があるのかどうか自治体の取り組みを調査し、最終的に判断。
- ◆環境安全性の面から、有姿だけで検討することに疑問。処分場施工の中で有姿が粉碎することもあり、 0.5mm は起こりうる可能性が充分にある。試料の調整段階である排出段階での不均一性や、サンプリング時については、廃棄物であれば当然のことなので本委員会で決める内容ではない。どのような環境設定が必要かを規定し、誰が試験しても同じ結果となるように粒径やろ過などの不確定要素を無くしていくことが重要。
- ◆規定することによる抑止的な効果があるといけない。環境省の法令に関して、何がどこまで通知されていて、何を決めていけばよいのか、事務局は再確認すること。
- ◆機器分析における問題もあるのではないか。Asの分析値では、ICP-MSが若干高いと報告されたが、逆に水素化物原子吸光法が低いともいえる。予備還元が十分でなければ低値になる。現行のJIS（排水）で水素化物発生法が採用されているが、排水と同じ方法でよいのか議論すべき。ICP-MSを検討するとするならば、濃度の低い時に問題が生じる可能性があり、コリジョンセルの効果などを検討するのが良い。例えば砒素、セレン以外でもニッケル、マンガンなどではJISを廃棄物にそのまま適用するのは難しいこともある。
- ◆ICP発光分析やICP質量分析等における内部標準の選択やその有無による検討も必要。また高濃度のマトリックスを含む溶出液の前処理をどうするのかについて、マトリックスによっては2~3割程度変わってくるので、特に今の装置の場合に問題。そのために実務者に分かりやすい解説が必要。
- ◆今回の分析データについて、統計的に有意であるか検討が必要。

2. 産業廃棄物の検定方法に関連する参考文献等

参考文献

第2章関係

- 1) 貴田晶子：廃棄物の化学性状評価における試験方法，廃棄物学会誌，11,417-426(2000)
- 2) 廃棄物学会試験検査法研究部会 2002 年度報告書、pp.40-46
- 3) 環境庁水質保全局海洋汚染・廃棄物対策室監修：産業廃棄物分析マニュアル、丸善（1996）
- 4) 淡路宣男：わが国の溶出試験方法の歴史と課題、廃棄物学会誌、Vol. 7、No. 5、pp.371-382（1996）
- 5) 廃棄物検定方法検討会：「産業廃棄物に含まれる金属等の検定方法」等の溶出試験について（1984）
- 6) 廃棄物試験・検査法研究部会：1996 年度報告書

第3章関係

- 7) 星純也ら、土壤中VOCの簡易迅速測定手法の評価、東京都環境科学研究所年報 2007、55-62（2007）
- 8) 佐々木裕子、東京都における土壤中の重金属やVOC等の簡易迅速分析技術の選定と活用、水環境学会誌、31（8）、415-418(2008)

第5章関係

- 9) D. W. Matens and J. A. Servizi: Suspended Sediment Particles Inside Gills and Spleens of Juvenile Pacific Salmon (*Oncorhynchus* spp), *Cana. J. Aquat. Sci.*, Vol. 50, 586-590(1993) 概要を p. 85 に示す
- 10) 事務局にて収集した魚類のエラに関する情報 ; pp.86-92 に示す

【参考文献 9 概要】

D.W. Matens and J.A. Servizi

Suspended Sediment Particles Inside Gills and Spleens of Juvenile Pacific Salmon
(Oncorhynchus spp)

Canad. J. Aquat. Sci., Vol. 50, 586-590 (1993)

【実験内容】

サケ 5 種の幼魚を河川底質の微小粒子 (SS) を含む河川水で培養した。

曝露期間、SS 濃度の高低の影響をみた。

一定期間後、エラの鰓耙 (さいは) 及び脾臓を透過電子顕微鏡で観察。細胞内に存在する粒子を観察、計数、計測、鉱物同定を行った。

【結果・考察】

- (1) SS 曝露後のエラ上皮細胞には、貪食された鉱物粒子が確認された。鉱物は、黒雲母 (クリソタイル、バーミキュライトを含む)、長石、緑泥石、チタン石等。
- (2) 細胞内の鉱物粒子数は、曝露した水中の SS 濃度とは相関がないようである。しかし、曝露期間が長い場合、SS 濃度が低くても観察された。
- (3) 粒子のおおきさは、平均 $0.27\sim 0.54$ であり、 $0.5\mu\text{m}$ 以下が殆ど。 $(0.1\sim 2.7\mu\text{m})$
- (4) $0.5\mu\text{m}$ は細胞の大きさの $1/10$ であり、貪食される大きさ。
- (5) 脾臓にも鉱物粒子が観察されていた。このことは、エラの細胞から体内に移動していることを意味する。
- (6) カオリンの細胞毒性はほ乳類のマクフォファージで確認されている。魚類への細胞毒性は不明である。本実験では長期曝露した銀ザケのエラで観察されており、病理変化はみられなかった。(懸念される)
- (7) 有害金属及び有害有機化合物は鉱物粒子に付随することも 9 あるため、有害物質の魚類体内への取り込みは、餌の直接摂食以外に、エラからの侵入もあり得る。

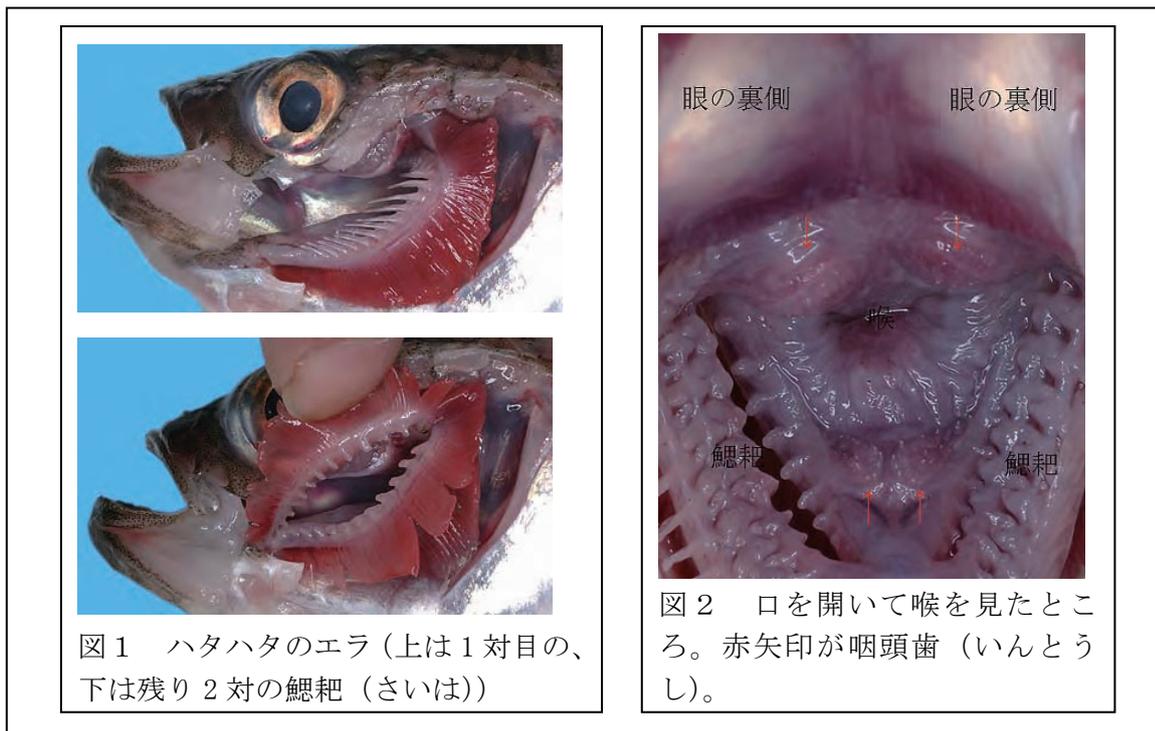
【参考文献 10 概要】

魚類のエラと溶出試験のろ紙孔径との関係についての情報収集

インターネット等により、魚類のエラの機能に関する情報収集を行った結果を以下に示す。

エラの役割は①摂餌及び②エラ呼吸（酸素の取り込みと二酸化炭素の排出）である。

下図はハタハタのエラである。エラは数枚に分かれており、口内部に向いている突起（白い



部分）と外部に向けた突起（赤い部分）とに分かれる。

白い部分を鰓耙（さいは）と呼び、餌を分別するための器官である。赤い部分を鰓葉（さいよう）又は鰓弁（さいべん）と呼び呼吸器官である。赤いのはそこに毛細血管が密集して走っているのが透けてみえる色である。鰓耙と鰓弁を区切るように堅い鰓弓（さいきゅう）がある。

ハタハタは3対のエラがある。1対の鰓耙は図1上図のように密集して長い。残り2対の鰓耙は図1下図のように短く太い。上図のような密集した長い鰓耙は、かなり小さな餌をとっていると考えられている。ハタハタの胃の内容物はかなり小さいエビの仲間がほとんどである。

（主に http://www3.ocn.ne.jp/~kmitoh/seibutu/gyoran/hatahata/h_ha/h_ha.html）

鰓耙は口から吸込まれた水のろ過器の役割をしており、固形物と水とに分離する。固形物とはエサの場合もあれば小石などの異物の場合もある。鰓耙は口の内側に直接露出しているため、ここで選別された固形物が異物である場合は口から吐き出される「し、エサの場合は飲み込まれることになる。したがって魚の食性によってこの鰓耙の形態は大きく異なる。例えばプランクトンをエサとするヘラブナは微細なエサをとらえるために鰓耙が細かく緻密にできていますし、鯉は雑食性で比較的大きなエサをたべるので、ヘラブナよりも粗く短い鰓耙を持っている。

(http://www.mcfjapan.net/carp_seitai_kokyu.htm)

異なる魚種の鰓を写真で見ると、鰓耙の形状が異なっているのが分かる。

(<http://osakanabanashi.seesaa.net/article/25681305.html>)

図3と図4は密集している鰓耙を持っているマアジとマイワシの鰓である。図5はスズキで数の少ない粗い鰓耙であり、図6や図7のハモやウナギはほとんど鰓耙がない。これらをまとめて、表1のような魚種と鰓耙数とエサの大きさとが調べられている。小さなエサを食べるイワシやアジは鰓耙数が多く、ハモやウナギのように甲殻類やタコ・イカを食する（飲み込む？）ものは鰓耙が少ないといえる。魚種と鰓耙数の関係を定性的に図示したのが、図9である。



図7 ウナギの鰓



図3 マアジの鰓



図4 マイワシの鰓



図5 スズキの鰓



図6 ハモの鰓

表1 魚種と鰓耙数とエサの種類

	体長(cm)	鰓弓長(mm)	鰓耙数(本)	密度(本/mm)	エサ
マイワシ	18	35	99	2.83	プランクトン
マアジ	20	35	44	1.26	プランクトン、小魚
カサゴ	18	32	15(30)	0.47(0.94)	甲殻類、ゴカイ、小魚
イワナ	25	36	14	0.39	昆虫、小魚
スズキ	21	38	13	0.34	甲殻類、ゴカイ、小魚
ハモ	60	52	0	0.00	甲殻類、タコ・イカ、小魚

注：カサゴの鰓耙は2列観察されたため、()内に総数を示した。

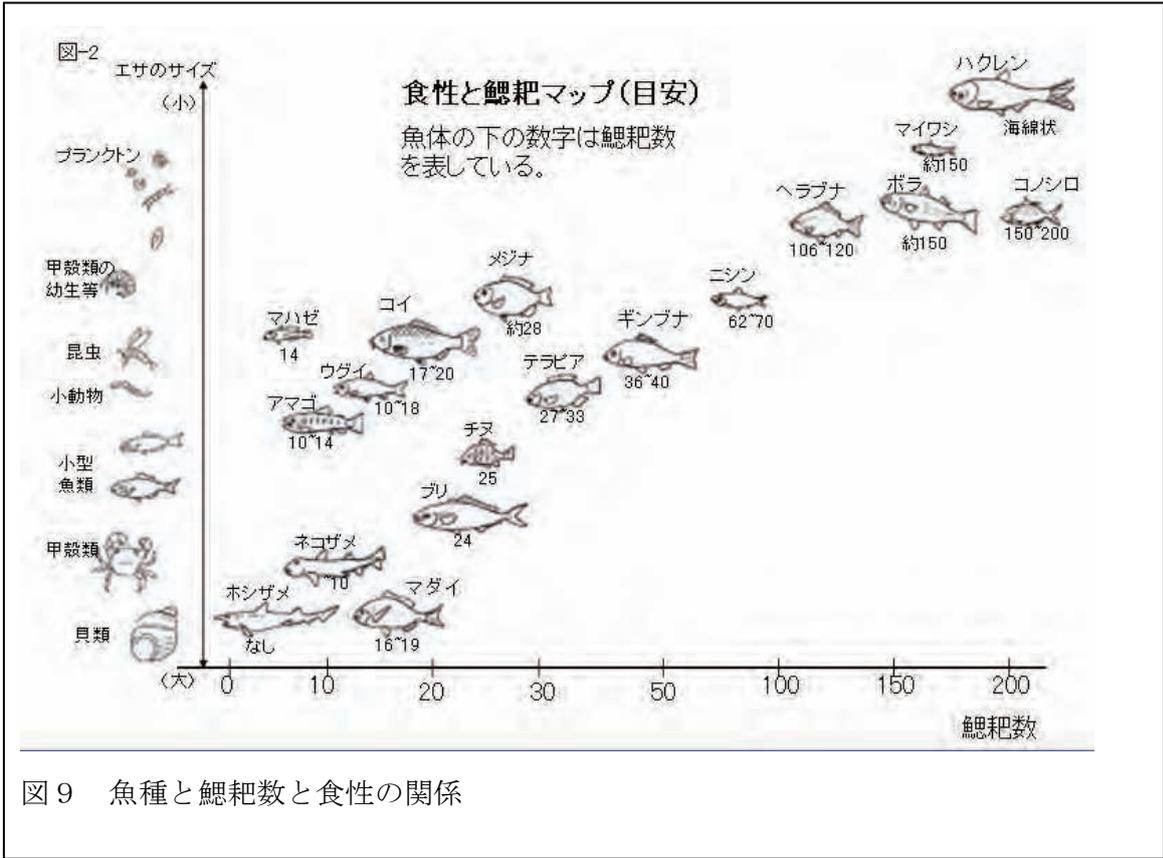
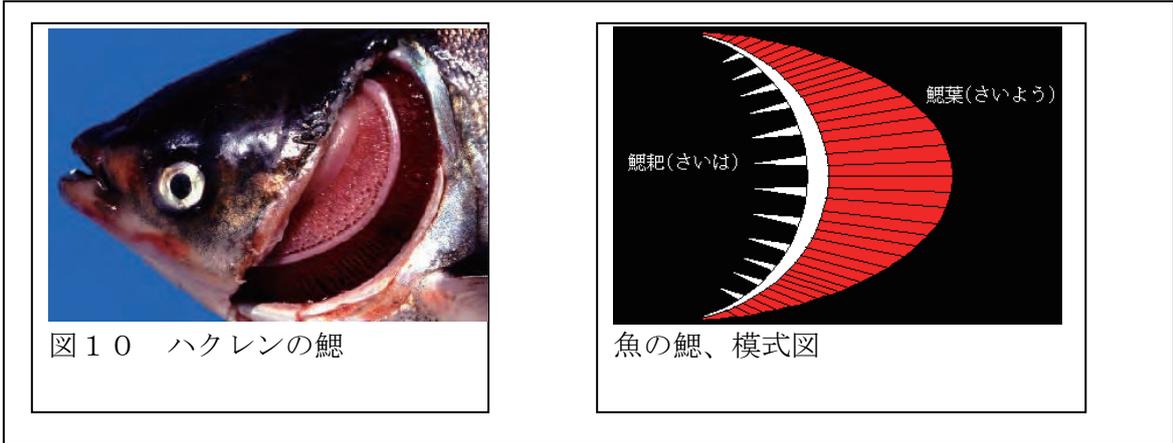


図9 魚種と鰓耙数と食性の関係

(<http://www.marukyu.com/weblog/kenkyu/images/%E9%B0%93%E8%80%99%E3%83%9E%E3%83%83%E3%83%97.JPG>)

図9で最も小さなエサを食べるハクレンは、図10のような鰓を持ち、鰓耙は多孔質の海綿状に変化し、主食の植物プランクトンをこしとることができる。



(<http://www3.ocn.ne.jp/~kmitoh/zaturoku/hakuren/hakuren.html>)

鰓耙数の数え方は、鰓弓（さいきゅう）の最も外側にある第1鰓弓にある鰓耙（赤矢印）を数える。鰓弓は上枝と下枝に分かれている。二つを分けて示すときはプラス記号を用いる。上枝と下枝の関節部分にある鰓耙（青矢印）は下枝に含めて数える（8+15は上枝に8本、下枝に15本の鰓耙がある）。



図11 鰓耙数の数え方

まとめ

【鰓の構造—鰓耙の役割】

摂餌器官としての鰓は、鰓耙によって餌を漉しとる、ろ過器官である。そのろ過機能は、魚種のエサの種類、すなわちエサの大きさによって異なっている。鰓では、エサを集め、それを口にもどし消化器官へ送っている。大きいエサを食する魚種にはろ過機能がなくてもよいから鰓耙は太く短く数は少ない。廃棄物の溶出試験との関連を考えると、エラ（鰓耙）をろ紙と見立てることができる。魚類への影響はエサの摂食による体内への取り込みとすれば、問題となるのはエサすなわち“ろ過残渣”と考えられる。ろ液に相当する部分はエラ（鰓耙）を通して外部環境水に排出されている。従って、廃棄物の魚類への影響は、含有量が重要と考えられる。

【プランクトンの大きさとろ過器官の役割】

エサの中で最も小さいプランクトンの大きさは表2に示すように、 $5\mu\text{g/gm}$ 程度である。鰓耙を通して通過する粒径は $5\mu\text{m}$ 以下と考えられる。

表2 魚類のエサとなるプランクトン等の大きさ

巨大浮遊生物	船上から認められる大きさ	クラゲのなかま
大型浮遊生物	2~6cm	オキアミのなかま
中型浮遊生物	0.1~2cm	ミジンコのなかま
小型浮遊生物	0.05~1mm	珪藻・緑藻・藍藻のなかま
微小浮遊生物	0.005~0.05mm	藍藻のなかま

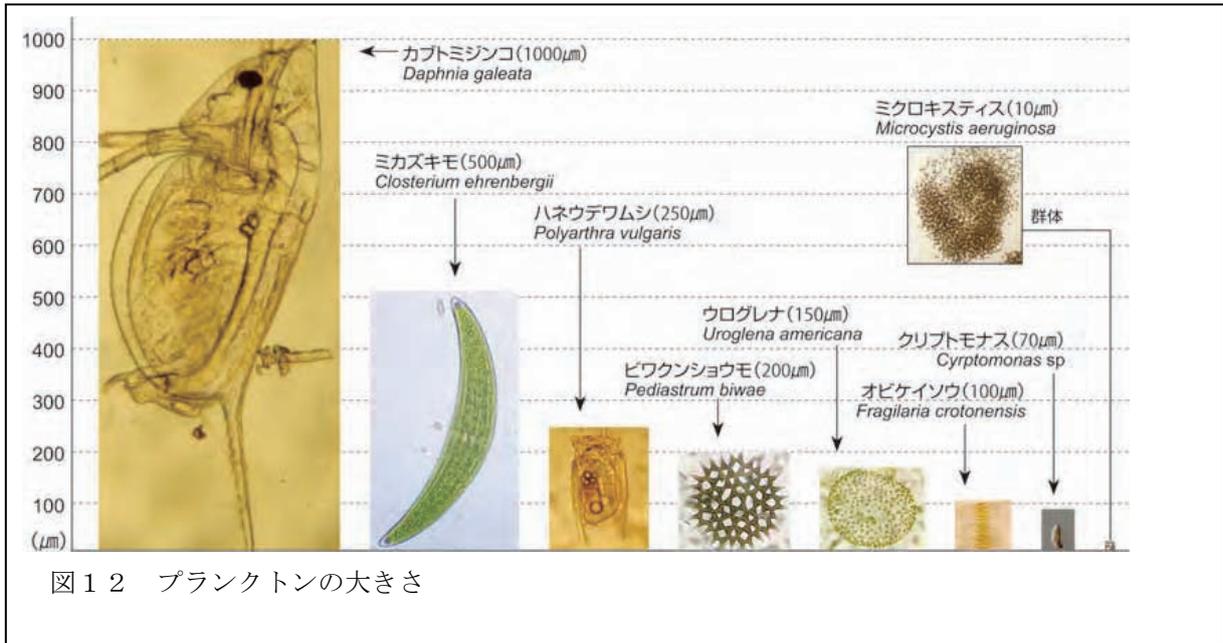


図 1 2 プランクトンの大きさ

【鰓の構造－鰓弁（鰓葉）の役割】

水中のエサを漉しとったあとは鰓弁で酸素を吸収する。鰓弁は酸素と二酸化炭素のガス交換であり、水中の有害物質が鰓弁から吸収される量は極めて少ないと思われる。

以上のことから、廃棄物の溶出試験で用いる 1 μm の孔径に関して、魚類への影響との関連希薄である可能性が高い。