

図7 M浄水場汚泥試料

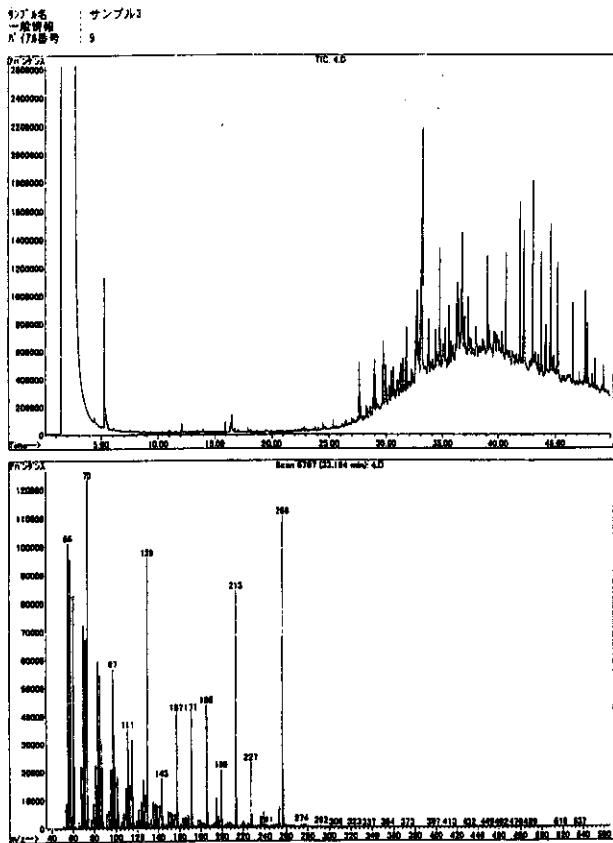


図8 N浄水場汚泥試料

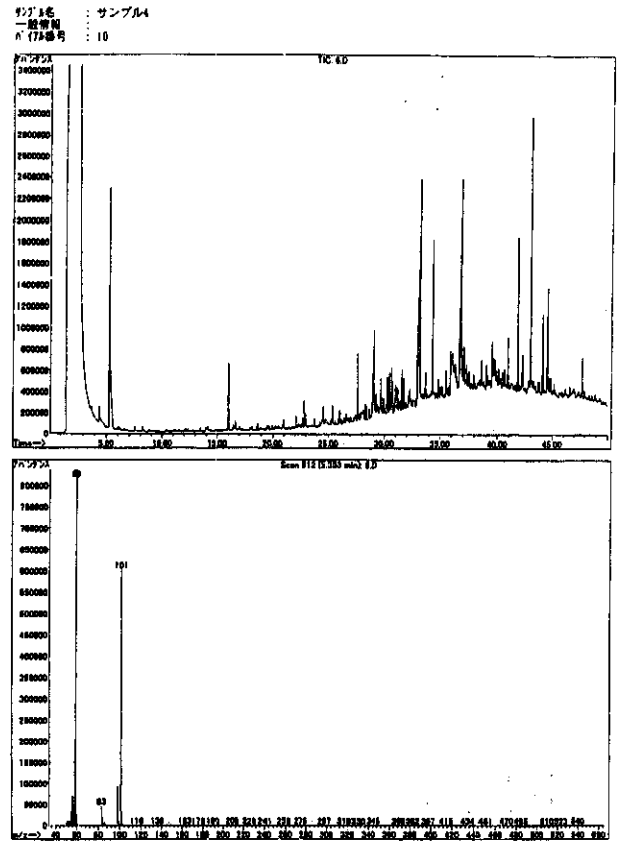


図9 P浄水場汚泥試料

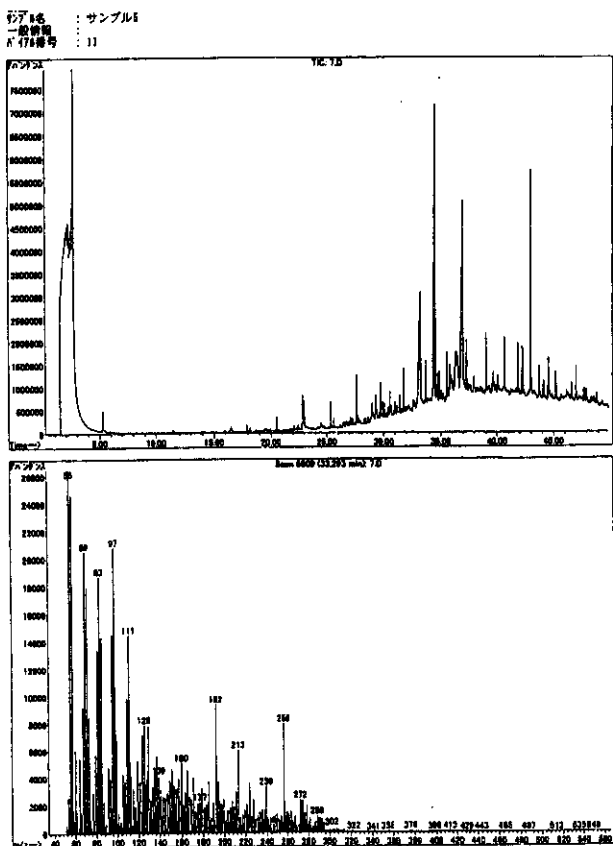


図10 Q浄水場汚泥試料

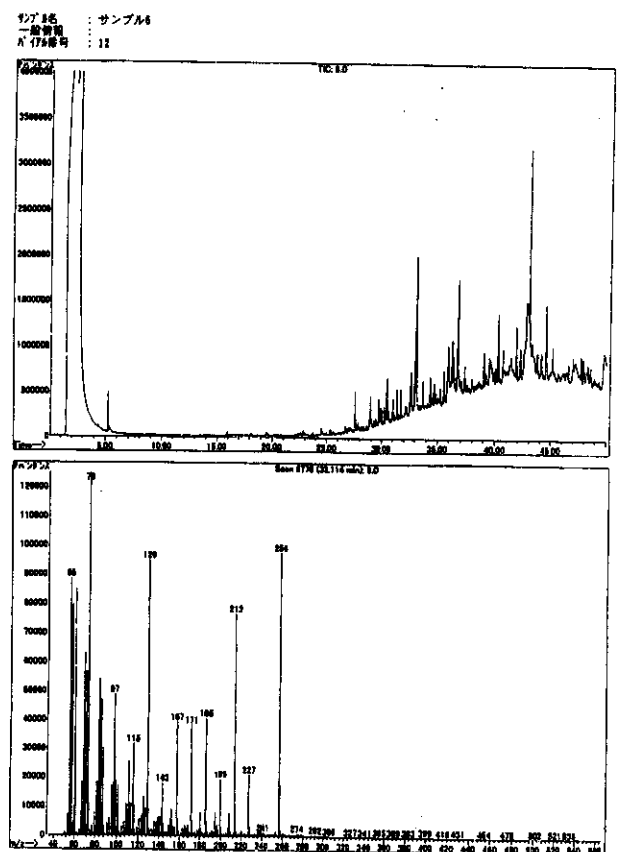


図 1 1 R 浄水場汚泥試料

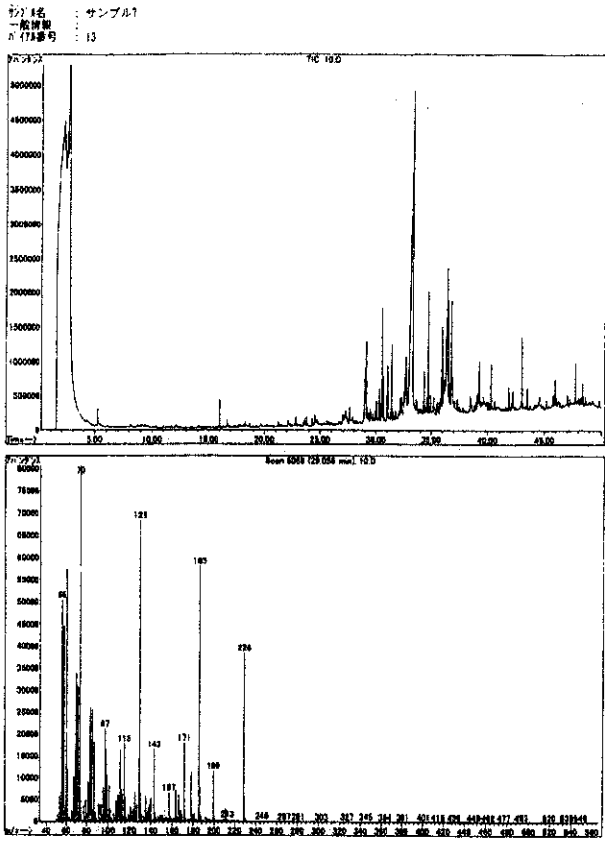


図 1 2 S 浄水場汚泥試料

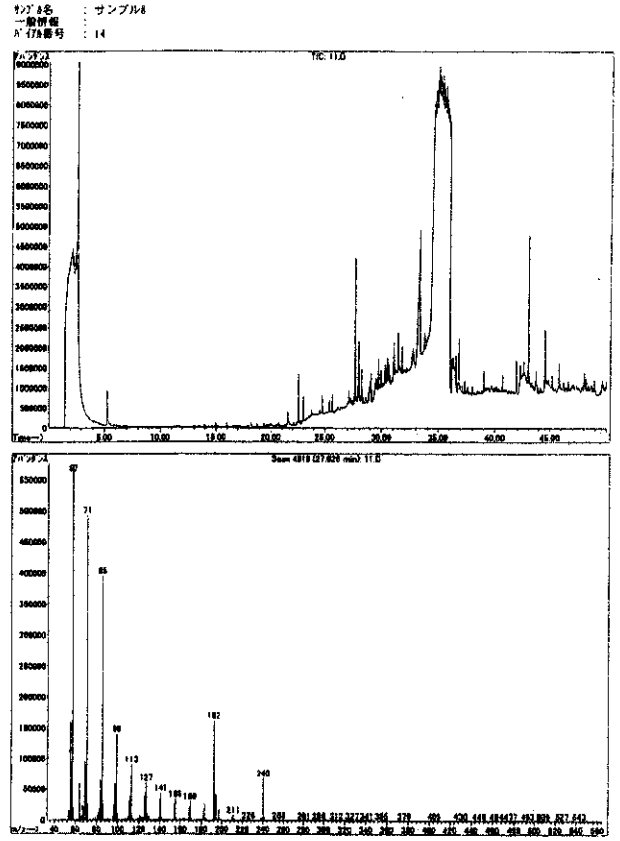


図 1 3 T 浄水場汚泥試料

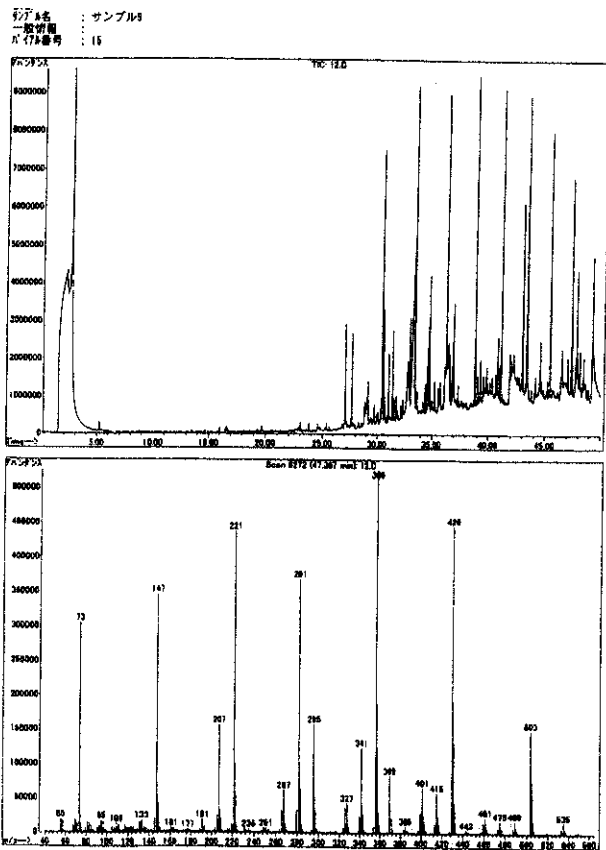


図 1 4 T 浄水場浮上物質試料

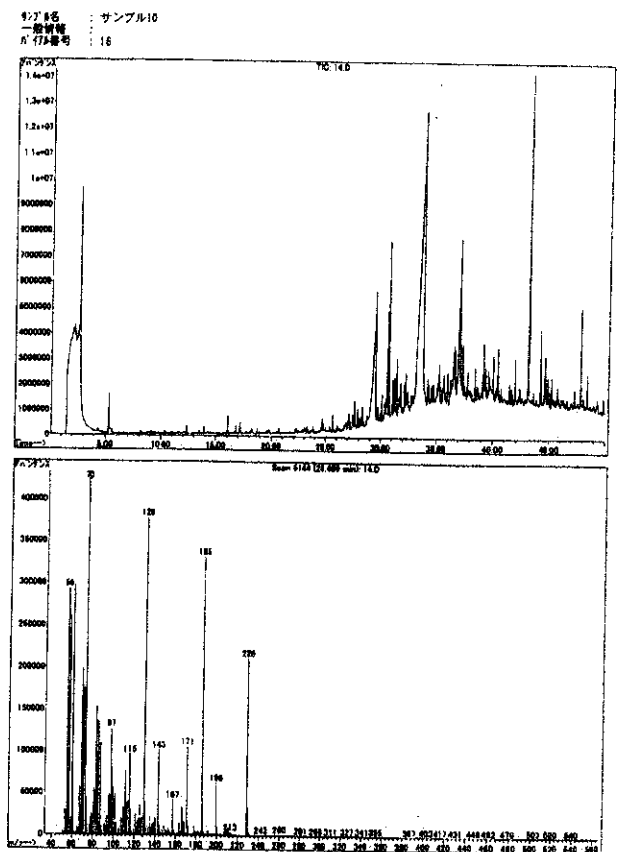
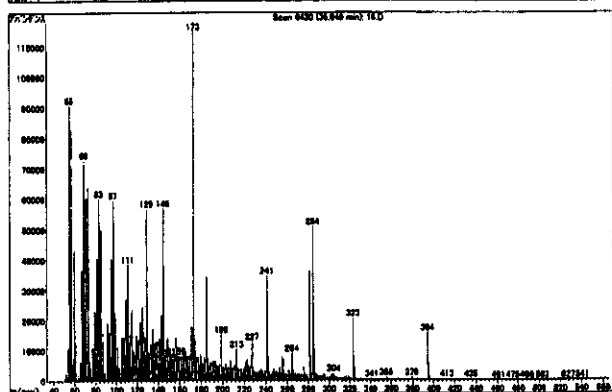
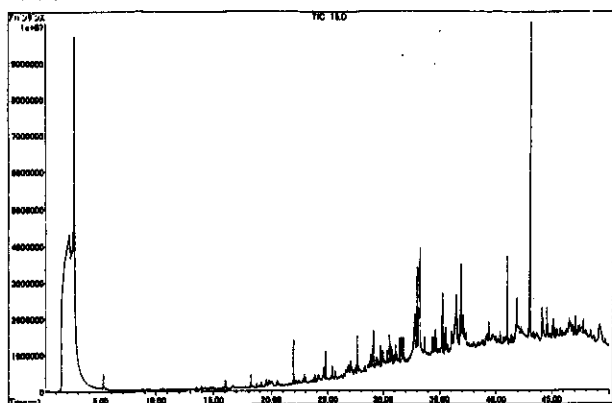


図15 U浄水場汚泥試料

サンプル名 : サンプル11
 一般情報
 分析番号 : 17



短期回分式ヒメダカ曝露試験による
エストロゲン様作用の評価

分担研究者 亀井 翼
研究協力者 宮谷伸之、田畑彰久、竹田 誠、
大野浩一、眞柄泰基

短期回分式ヒメダカ曝露試験によるエストロゲン様作用の評価

分担研究者 北海道大学工学研究科 亀井翼

研究協力者 宮谷伸之、田畑彰久、竹田誠、大野浩一、真柄泰基

研究要旨

①ピテロジェニンアッセイを短期間で、かつ回分で、通常の実験室でも簡易に曝露試験を行うことが可能か？②ピテロジェニンアッセイの結果は酵母 Two-Hybrid 法の結果とどのように関連するかを明らかにすることを目的として実験を行った。通常の実験室において簡単な回分曝露方式により得られたピテロジェニン濃度レベルと外部環境からの汚染防止のために高価な stainless steel 製の密閉室において連続流水式により行われて得られたピテロジェニン濃度レベルにはほとんど、大きな差異がないことが明らかとなった。

さらに酵母試験による比活性値と雄ヒメダカ血清中ピテロジェニン濃度との間に高い相関を見ることができた。今後、他の様々な内分泌かく乱物質に曝露された雄ヒメダカのピテロジェニン濃度と酵母試験により得られ比活性値の間に高い相関を見ることができれば、維持管理の面倒なヒメダカを用いた曝露試験によらず、比較的簡単な酵母試験により、考える化学物質に曝露された雄ヒメダカのピテロジェニン濃度を推測することが可能と考えられる。

1. 背景と目的

内分泌攪乱作用の評価として酵母 Two-Hybrid 法をはじめとする *in vitro* 試験が迅速かつ簡便な試験法として広く用いられている。反面、*in vitro* 試験は生物による分解、吸収、代謝などを反映させることができない。したがって、*in vivo* 試験、たとえばピテロジェニンアッセイを行うことが、環境汚染物質のより確かな内分泌攪乱作用の評価として必要であると考えられる。

しかしながら、現在のところ、ピテロジェニンアッセイは一般的には外部環境からの汚染防止のために高価な stainless steel 製の密閉室において連続流水式により行われているため、多大のコストと手間を要している。そこで、本年度は①ピテロジェニンアッセイを短期間で、かつ回分で、通常の実験室でも簡易に曝露試験を行うことが可能か？②ピテロジェニンアッセイの結果は酵母 Two-Hybrid 法の結果とどのように関連するかを明らかにすることを目的とする。

【ピテロジェニン (VTG) とは】

卵生脊椎動物における卵黄タンパク質の前駆体であり、本来雌に特異的なタンパク質である。しかし、雄でもエストロゲン様物質に曝露されると肝臓で合成され血中に誘導されることから、エストロゲン作用評価の有効な指標とされている。

2. 実験方法

共試魚として、市販の成魚ヒメダカから雄のみを選別し、活性炭処理による脱塩素水道水で 2 週間以上分離飼育したものをを用いた。

曝露水槽としてセパラブルビーカーを用い、半止水式 (1 日 1 回全量換水) により 3 日間曝露を行った。化学物質として 17β -エストラジオール (E2) を用い、設定濃度を 1ng/L、10ng/L、50ng/L、250ng/L、500ng/L とした。1 濃度区あたり 12 匹を曝露し、この間に 24 時間後、72 時間後に 6 匹ずつ取り上げ血清を採取し、これをピテロジェニン測定試料とした。水温は $23\pm 1^\circ\text{C}$ 、照明の明暗周期は 12 時間とし、餌としてブラインシュリンプ孵化幼生を適量与えた。

血清ピテロジェニン濃度は、抗メダカ・ピテロジェニン抗体を用いたサンドイッチ固相型 ELISA 法 (メダカ・ピテロジェニン ELISA キット; トランスジェニック(株)・国土環境(株)製) により測定した。実際に用いた曝露水は、E2 測定用 ELISA キットを用いて濃度を測定し、また、酵母 Two-Hybrid 法を用いて比活性値を測定した。

3. 結果及び考察

3. 1. ヒメダカを用いた回分曝露試験と連続流れ曝露試験との対比

E2 に回分曝露された雄ヒメダカ血清中のピテロジェニン濃度の時間変化を図-1 に示す。E2 設定濃度 10ng/L 以上では、曝露開始 24 時間後でも雄ヒメダカ血清中にピテロジェニンを確認することができた。E2 の設定濃度が 1ng/L の場合は、3 日経過後でもピテロジェニン濃度は control のピテロジェニン濃度レベルとほぼ同レベルであった。図 2 に示すように 1ng/L の E2 に連続流で曝露された雄ヒメダカ血清中のピテロジェニン濃度は 1 週間後、3 週間後では、control のピテロジェニン濃度レベルより若干高くなったが 3 日後、および 5 週間後ではピテロジェニン濃度は control のピテロジェニン濃度レベルとほぼ同レベルを示した。したがって、E2 が雄ヒメダカに作用する限界濃度は図 2 より 1ng/L ~ 5ng/L の同レベルであると考えられる。また E2 の設定濃度が 50 ng/L の場合の、3 日経過後のピテロジェニン濃度は回分方式でも、連続流方式でも、 10^6 のピテロジェニン濃度レベルであることが明らかとなった。したがって、今後ピテロジェニンアッセイを 3 日間以内で、かつ回分で、通常の実験室で簡易に行われ得ると考えられる。

3. 2 酵母試験による比活性値と雄ヒメダカ血清中ピテロジェニン濃度の関係

酵母試験による比活性値と雄ヒメダカ血清中ピテロジェニン濃度の関係を図-3 に示す。対数関数的ではあるが E2 に曝露された雄ヒメダカのピテロジェニン濃度と酵母試験により得られ比活性値の間に高い相関を見ることができる。今後、他の様々な内分泌かく乱物質に曝露された雄ヒメダカのピテロジェニン濃度と酵母試験により得られ比活性値の間に高い相関を見ることができれば、維持管理の面倒なヒメダカを用いた曝露試験によらず、比較的簡単な酵母試験により、考える化学物質に曝露された雄ヒメダカのピテロジェニン濃度を推測することが可能と考えられる。

4. 結論

1. ピテロジェニンアッセイを短期間で、かつ回分で、通常の実験室で簡易に行われた曝露試験結果と高価な stainless steel 製の密閉室において連続流水式により得られた試験の結果と

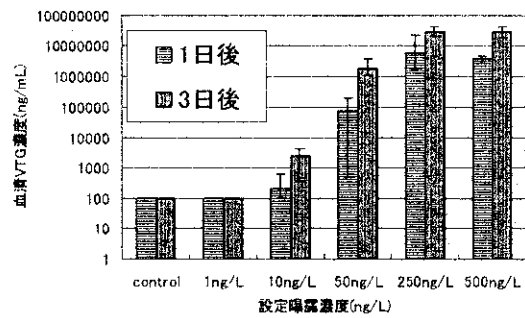


図 1 E2 に曝露した時の雄ヒメダカ血清中ピテロジェニン濃度

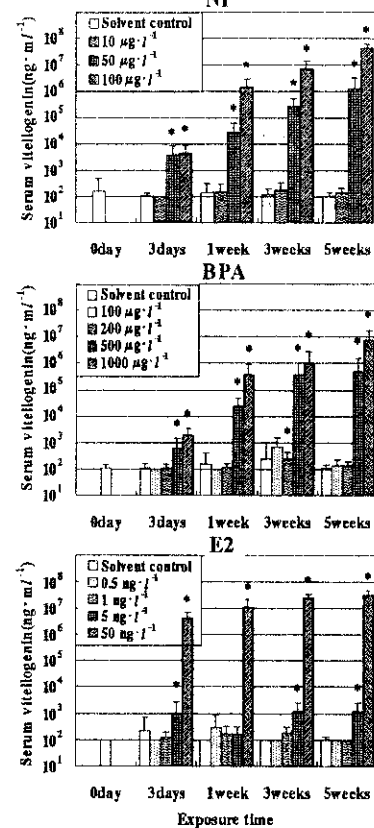


図 2. E2, NP, BPA に連続流で曝露された雄ヒメダカ血清中のピテロジェニン

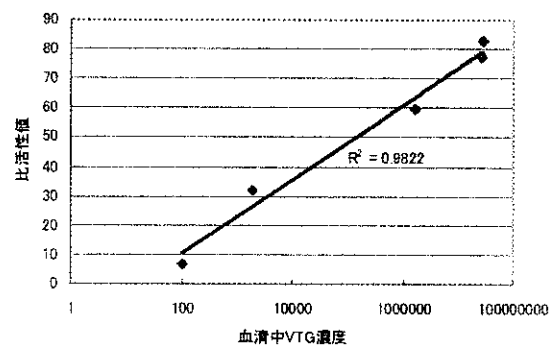


図 3 雄ヒメダカ血清中ピテロジェニン濃度と比活性値の関係

はほぼ同程度であった。今後ピテロジェニンアッセイを3日間以内で、かつ回分で、通常の実験室で簡易に行われ得ると考えられる。

2. E2 に暴露された雄ヒメダカのピテロジェニン濃度と酵母試験により得られ比活性値の間に高い相関を見ることができた。今後、他の様々な内分泌かく乱物質に暴露された雄ヒメダカのピテロジェニン濃度と酵母試験により得られ比活性値の間に高い相関を見ることができれば、維持管理の面倒なヒメダカを用いた暴露試験によらず、比較的簡単な酵母試験により、考える化学物質に暴露された雄ヒメダカのピテロジェニン濃度を推測することが可能と考えられる。

5. 参考文献

1. 伊藤和徳、竹田 誠、鎌田素之、大野浩一、亀井 翼、眞柄泰基 (2003) 環境水中のエストロゲン様活性低減のための塩素処理条件の検討, 第54回全国水道研究発表会講演集, 590-591.
2. 李柄千、亀井 翼、眞柄泰基 (2003) 韓国洛東江流域におけるエストロゲン様活性の酵母 Two-Hybrid 法を用いた評価, 日本水環境学会年会講演集 598
3. 大野雪子、鎌田素之、亀井 翼、眞柄泰基 (2003) 共存物質の影響を考慮した酵母 Two-Hybrid 法による環境水の内分泌かく乱作用の評価, 日本水環境学会年会講演集, 444.
4. Lee byoun-cheun, Koichi Ohno, Tasuku Kamei, Yasumoto Magara, Lee Chul-Hee, Lee Shun-Hwa (2003) Evaluation of estragenic activity of Nakdong river water by Yeast Two-Hybrid method, 大韓環境工学会 論文要約集, 101

水道管からのフタル酸ジ-2-エチルヘキシル等の
溶出に関する検討

分担研究者 林 秀樹

分担研究者 (財) 水道技術研究センター
浄水技術部長 林 秀樹

1. 調査目的

本研究事業では、水道の浄水施設におけるフタル酸ジ・2・エチルヘキシル等の浮上濃縮機構を明らかにし、水道管からの溶出特性等を含めてフタル酸ジ・2・エチルヘキシル等による水道水の汚染機構につき総合的に評価することによって、より安全な水道水を確保するための適切な技術施策のあり方を明らかにすること、並びに、タール系樹脂塗装管からの多環芳香族化合物等の溶出特性を明らかにすることを目的とする。

2. 調査計画

・水道管からのフタル酸ジ・2・エチルヘキシル等の溶出に関する検討

(1) タール系樹脂塗装管の出荷量の調査

タール系樹脂塗装管の使用数量についての調査。

(2) タール系樹脂の規格の調査

水道用タール系樹脂塗料の規格の変遷についての調査。

(3) 水道用タールエポキシ樹脂塗装管を用いた長期通水実験

水道用タールエポキシ樹脂塗装管は現在製造されていないため、排水用タールエポキシ樹脂塗装管を用いて通水実験を行う予定であったが、鋼管メーカーと塗料メーカーの協力により、水道用タールエポキシ樹脂塗装管を新たに製作して2年間の通水実験を行うことが可能となった。

この実験管を用いて、フタル酸ジ・2・エチルヘキシル等の溶出量の時間変化について調査するものであるが、供試管は、常時は一定条件の下で連続通水しておき、溶出試験時にだけ取り外して試験室において公定法に従って試験する。この実験を行うための実験装置を東京都水道局の協力を得て玉川水処理実験場内に設置した。また、塗料等の予備的試験を実施する。

実験についての概略を以下に記す。

1) 塗装管溶出試験

塗装管溶出試験の主な条件は以下のとおりである。

- ① 供試管は新管とする。管は1mに切断し、A、B各10本を使用する。
- ② 水道水を一定の流量で通水する。
- ③ 実験開始時点から一定の期間を経過した時点で供試管を取り外し、これを塗装管溶出試験に供する。
- ④ 供試管にミネラルウォーターを満たし、 $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ で16時間接触させて供試水とする。

2) 通水試験

通水試験は、流入水とA、B系統の流出水を供試水とする。

3) 実験スケジュール

実験期間は平成14年度から平成16年度の3年間であるが、通水期間は2ヵ年とする。

平成14年度は、平成15年3月上旬から調査を開始し、通水前(0ヵ月)に塗装管溶出試験と通水試験を実施する。また、同時に塗装片溶出試験を実施する。

平成15年度は、平成14年度に引続いて試験通水を続行し、1ヵ月後、6ヵ月後、12ヵ月後に溶出試験と通水試験を実施する。

平成16年度は、平成15年度に引続き、18ヶ月後、24ヶ月後の2回程度とする予定である。

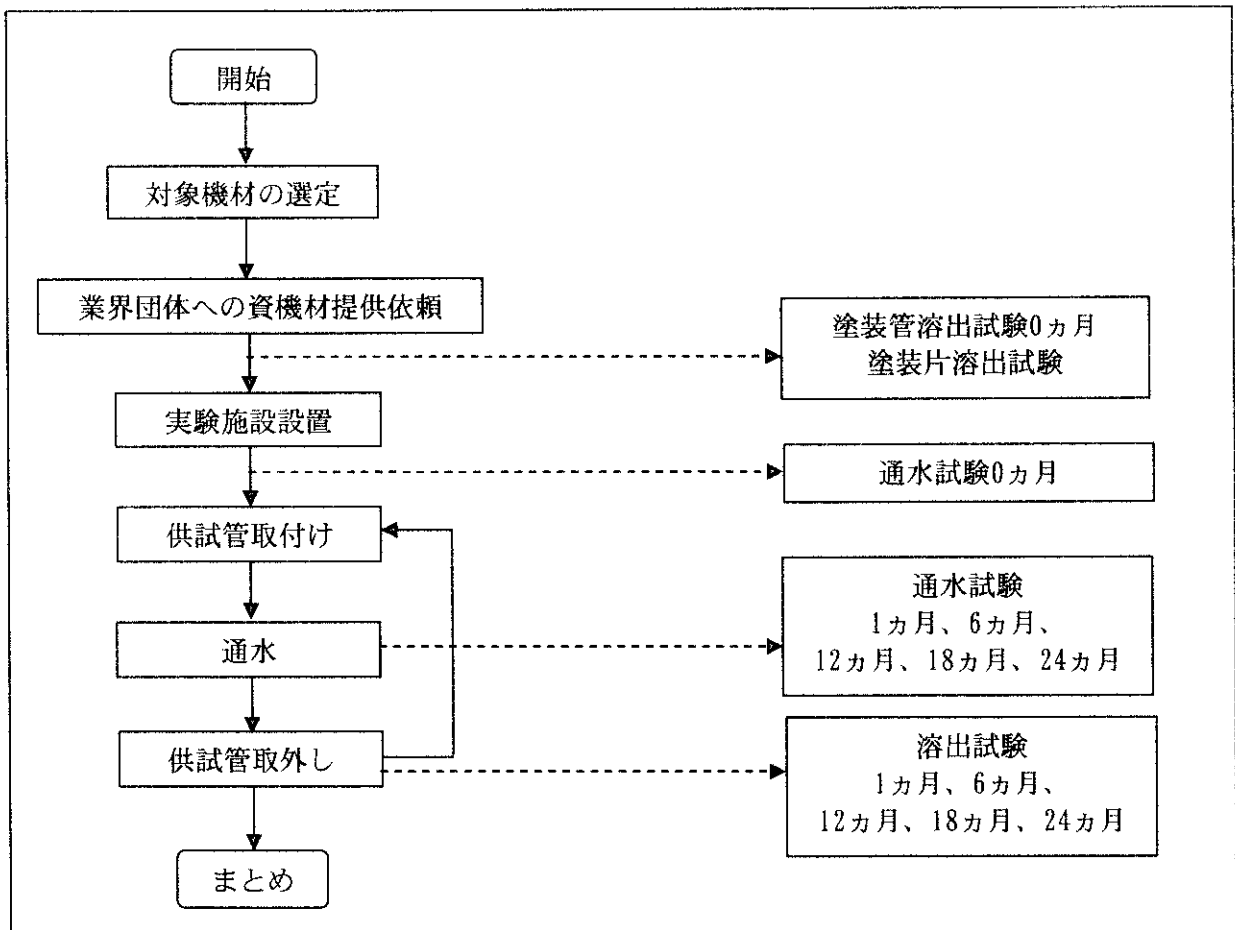


図 1-1 調査フロー

3. 調査結果概要

(1) タール系樹脂塗装管の出荷量の調査

タール系樹脂塗装管の使用数量を把握するため、タール系樹脂塗装が実施されていた時期の出荷量について調査したが、塗装別の集計がされていないため詳細をあきらかにすることができなかった。

(2) タール系樹脂の規格の調査

また、過去における水道用タール系樹脂塗料の規格の変遷について調査したが、フタル酸類の溶出量等については規定されていないことがわかった。

(3) 水道用タールエポキシ樹脂塗装管を用いた長期通水実験

通水前の試験について項目を新たに詳細を記す。

4. 調査内容

4.1 調査対象物質

表-1 に示すフタル酸エステル類 8 種、アルキルフェノール類 2 種及び多環芳香族炭化水素 13 種を対象とした。ただし、塗装管溶出試験と吐出水等水質試験はフタル酸エステル類 (I) アルキルフェノール類及び多環芳香族炭化水素 (I) について実施した。タールエポキシ塗料片溶出試験は前述に多環芳香族炭化水素 (II) を加えて実施した。なお、コールタールエナメル塗装については更にフタル酸エステル類 (II) を加えた全調査対象物質について実施した。

表-1 調査対象物質

分類	調査対象物質	摘要
フタル酸エステル類 (I)	フタル酸ジ-2-エチルヘキシル フタル酸ジ-n-ブチル	全試験
フタル酸エステル類 (II)	フタル酸-n-ブチルベンジル フタル酸ジシクロヘキシル フタル酸ジエチル フタル酸ジペンチル フタル酸ジ-n-プロピル アジピン酸ジ-2-エチルヘキシル	コールタールエナメル塗装片溶出試験
アルキルフェノール類	ノニルフェノール ビスフェノールA	全試験
多環芳香族炭化水素 (I)	benzo(a)pyrene indeno(1,2,3-cd)pyrene benzo(b)fluoranthene benzo(k)fluoranthene benzo(g,h,i)perylene fluoranthene	全試験
多環芳香族炭化水素 (II)	dibenz(a,h)anthracene anthanthrene benz(a)anthracene pyrene benzo(j)fluoranthene chrysene benzo(e)pyrene	塗装片溶出試験

4.2 調査対象資機材

調査対象資機材は、タールエポキシ塗装鋼管が上水道用水道管としては現在製造されていない為、2メーカーの試作タールエポキシ塗装鋼管を供試管とした。また、塗料は当該タールエポキシ塗装鋼管に使用した塗料及び市販のコールタールエナメル塗料とした。調査対象資機材を表-2に示す。

表-2 調査対象資機材

検体番号	調査対象資機材	試料番号	仕様
1	試作タールエポキシ塗装鋼管	1-A	φ32×5500
2	試作タールエポキシ塗装鋼管	1-B	φ40×5500
3	タールエポキシ樹脂塗料	2-A	塗装試験片
4	タールエポキシ樹脂塗料	2-B	塗装試験片
5	コールタールエナメル塗料	3	塗装試験片

4.3 調査方法

通水開始前の新しい試作タールエポキシ塗装鋼管からの調査対象物質溶出量を測定するとともに、供試管製作用のタール系樹脂塗料(タールエポキシ樹脂塗料及びコールター

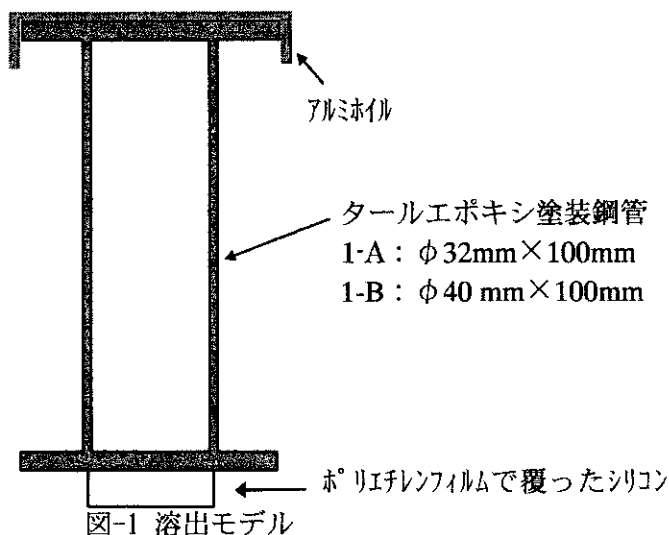
ルエナメル塗料)をガラス片に塗付し、定法に従って溶出試験を行い塗料からの調査対象物質溶出量を測定した。

5 塗装管溶出試験

以下の手順で塗装管溶出試験を行った。なお、供試水は、あらかじめ調査対象物質濃度が十分低いことを確認したガラスビン入りミネラルウォーター(富士ミネラルウォーター)を用いた。

なお、接水面積比は試料番号：1-A(φ32)は1,250 cm²/L、試料番号：1-B(φ40)は1,000 cm²/Lであった。

- ①鋼管メーカー2社が作製したタール系樹脂塗装管(1-Aはφ32、1-Bはφ40)を長さ1 mに切断後フランジ加工された供試管の提供を受けた。
- ②供試管を水道水で1時間流水洗浄した。
- ③供試管を供試水で3回洗浄した。
- ④図-1に示すように、供試管の下端部にポリエチレンフィルムで包んだシリコン栓をした。
- ⑤供試管内部に供試水を満たした後、上端部をアルミホイルで覆い室温(約23℃)で16時間静置し試験区の検水とした。
- ⑥同時に供試水を他のガラスびんに移し換え、びんの口をアルミホイルで覆い室温(約23℃)で16時間静置したものを対照区の検水とした。



6 吐出水等の水質試験

塗装管溶出試験後、東京都水道局玉川水処理実験場内実験装置に設置し一定の流量(1m³/日)で通水し、通水開始後に、1-A系統及び1-B系統の吐出水及び流入水道水を採水して開始時の検水とした。

7 塗料溶出試験

7.1 タールエポキシ樹脂塗料試験片の作製

タールエポキシ樹脂塗料試験片の作製条件を表-3に示した。

表-3 タールエポキシ樹脂塗料試験片の作製条件

試験片作製条件	JWWA K 135 に準じ、ガラス板に塗料を刷毛塗りして作製。
乾燥	JWWA K 135 (20℃×7日+60℃×1日)
試験片調製	JWWA K 135 に従い、水道水の流水で1時間水洗、水道水に24時間浸漬後、水道水で1回すすぐ。

7.2 コールタールエナメル樹脂塗料試験片の作製

コールタールエナメル樹脂塗料試験片の作製条件を表-4 に示した

表-4 コールタールエナメル樹脂塗料試験片の作製条件

試験片作製条件	塗料を約230℃で溶解後ガラス板に塗布。
乾燥	JWWA K 135 (20℃×7日+60℃×1日)
試験片調整	JWWA K 135 に従い、水道水の流水で1時間水洗、水道水に24時間浸漬後、水道水で1回すすぐ。

7.3 塗装片溶出試験

溶出試験に用いる供試水は、あらかじめ調査対象物質濃度が十分低いことを確認したガラスビン入りミネラルウォーター(富士ミネラルウォーター)を用いた。

溶出操作は以下のとおりに行った。なお、溶出割合は JWWA K 135 の溶出試験の溶出割合に準じた。

- ①試験片を水道水で1時間流水洗浄した。
- ②塗料ガラス片を供試水で3回洗浄した。
- ③試験片を試験容器に入れ、所定量の供試水を加えたのち栓をし、さらに試験容器の上部をアルミホイルで覆い、室温(約23℃)で16時間静置し試験区の検水とした。(図-2)
- ④供試水を試験容器に入れて栓をし、さらに試験容器の上部をアルミホイルで覆い、室温(約23℃)で16時間静置し対照区の検水とした。

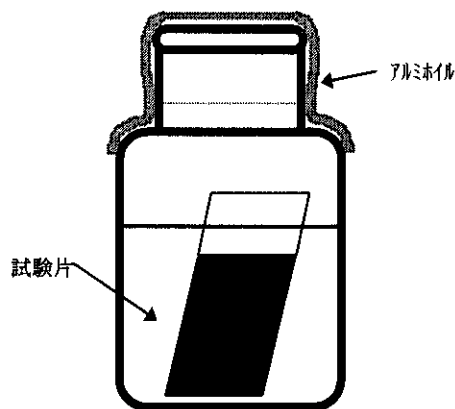


図-2 溶出モデル

8 分析方法

分析方法の概要を表-5 に示した。分析法のフローシートを別添-1 に示した。

表-5 分析方法の概要

分類	調査対象物質名	試験方法
フタル酸エステル類 (I)	フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	ヘキサン抽出、シリカゲル カラム クロマトグラフィー精製、GC/MS で 測定
	フタル酸ジ-n-ブチル	
フタル酸エステル類 (II)	フタル酸-n-ブチルベンジル	
	フタル酸ジシクロヘキシル	
	フタル酸ジエチル	
	フタル酸ジペンチル	
	フタル酸ジ-n-プロピル	
	アジピン酸ジ-2-エチルヘキシル	
アルキルフェノール類	ノニルフェノール	ジクロロメタン抽出、シリカゲル カラムクロマトグラフィー精製、 TMS 化して GC/MS で測定
	ビスフェノール A	ジクロロメタン抽出、脱水、濃縮 LC/MS で測定
多環芳香族炭化水素 (I)	benzo (a) pyrene	ヘキサン抽出後、濃縮して GC/MS で測定
	indeno (1, 2, 3-cd) pyrene	
	benzo (b) fluoranthene	
	benzo (k) fluoranthene	
	benzo (g, h, i) perylene	
多環芳香族炭化水素 (II)	fluoranthene	
	dibenz (a, h) anthracene	
	anthanthrene	
	benz (a) anthracene	
	pyrene	
	benzo (j) fluoranthene	
	chrysene	
	benzo (e) pyrene	

9 分析結果

9.1 塗装管溶出試験

塗装管溶出試験の結果を表-6 に示した。

表-6 塗装管溶出試験結果

調査対象物質	溶出下限値	1-A	1-B
フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	0.4	溶出せず	溶出せず
フタル酸ジ-n-ブチル	0.4	1.4	溶出せず
ノニルフェノール	0.08	0.09	0.10
ビスフェノール A	0.01	0.39	0.12
benzo (a) pyrene	0.01	溶出せず	0.01
indeno (1, 2, 3-cd) pyrene	0.01	溶出せず	溶出せず
benzo (b) fluoranthene	0.01	0.02	0.02
benzo (k) fluoranthene	0.01	溶出せず	溶出せず
benzo (g, h, i) perylene	0.01	溶出せず	溶出せず
fluoranthene	0.01	1.2	0.58

単位：μg/L

9.2 吐出水等水質試験

吐出水溶出試験結果を表-7 に示した。

表-7 吐出水溶出試験結果

調査対象物質	検出下限値	1-A	1-B	水道水
フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	0.07	0.11	検出せず	検出せず
フタル酸ジ-n-ブチル	0.07	0.10	0.17	検出せず
ノニルフェノール	0.05	0.17	検出せず	検出せず
ビスフェノール A	0.01	検出せず	検出せず	検出せず
benzo(a)pyrene	0.01	0.02	検出せず	検出せず
indeno(1,2,3-cd)pyrene	0.01	検出せず	検出せず	検出せず
benzo(b)fluoranthene	0.01	0.01	検出せず	検出せず
benzo(k)fluoranthene	0.01	検出せず	検出せず	検出せず
benzo(g,h,i)perylene	0.01	検出せず	検出せず	検出せず
fluoranthene	0.01	0.10	0.04	検出せず

単位：μg/L

9.3 塗装片溶出試験

試験結果を表-8 に示した。

表-8 塗料片溶出試験結果

調査対象物質	溶出下限値	タールエポキシ樹脂塗料		エポキシ樹脂塗料
		試料番号：2-A	試料番号：2-B	試料番号：3
フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	0.4	溶出せず	3.2	溶出せず
フタル酸ジ-n-ブチル	0.4	溶出せず	溶出せず	溶出せず
フタル酸-n-ブチルベンジル	0.1			溶出せず
フタル酸ジシロヘキシル	0.1			溶出せず
フタル酸ジエチル	0.1			溶出せず
フタル酸ジペンチル	0.1			溶出せず
フタル酸ジ-n-ブチル	0.1			溶出せず
アジピン酸ジ-2-エチルヘキシル	0.1			溶出せず
ノニルフェノール	0.08	溶出せず	溶出せず	溶出せず
ビスフェノール A	0.01	0.01	0.03	溶出せず
benzo(a)pyrene	0.01	0.01	0.09	0.05
indeno(1,2,3-cd)pyrene	0.01	溶出せず	0.04	溶出せず
benzo(b)fluoranthene	0.01	0.06	0.16	0.12
benzo(k)fluoranthene	0.01	0.21	0.05	0.04
benzo(g,h,i)perylene	0.01	溶出せず	0.03	溶出せず
fluoranthene	0.01	4.6	4.0	13
dibenz(a,h)anthracene	0.01	溶出せず	0.01	0.01
anthanthrene	0.01	溶出せず	0.01	溶出せず
benz(a)anthracene	0.01	0.39	0.53	0.94
pyrene	0.01	2.4	2.8	8.9
benzo(j)fluoranthene	0.01	分析不能	分析不能	分析不能
chrysene	0.01	0.21	0.35	0.61
benzo(e)pyrene	0.01	0.02	0.12	0.11

単位：μg/L

なお、benzo(b)fluoranthene と benzo(j)fluoranthene は分離しないため、benzo(j)fluoranthene を分析不能とし、benzo(b)fluoranthene と benzo(j)fluoranthene の合計値を benzo(b)fluoranthene として算出した。

10 まとめ

10.1 溶出試験結果

塗装管、吐出水、塗装片それぞれにいくつかの化学物質の溶出が認められた。

A コールタールエナメル塗料塗装片については、調査対象とした多環芳香族炭化水素のいくつかにおいて溶出が認められたが、フタル酸類、ノニルフェノール、ビスフェノールAについては溶出は認められなかった。

B タールエポキシ樹脂塗料については、
 塗装片で溶出した物質は、フタル酸ジ-2-エチルヘキシル、ビスフェノールA、benzo(a)pyrene、benzo(b)fluoranthene、benzo(k)fluoranthene、benzo(g,h,i)perylene、fluoranthene であり、
 塗装管では、フタル酸ジ-n-ブチル、ノニルフェノール、ビスフェノールA、benzo(a)pyrene、benzo(b)fluoranthene、fluoranthene であり、
 吐出水で検出された物質は、フタル酸ジ-2-エチルヘキシル、フタル酸ジ-n-ブチル、ノニルフェノール、benzo(a)pyrene、benzo(b)fluoranthene、fluoranthene となっている。

10.2 考察

タールエポキシ樹脂塗料に関して、検出される濃度レベルを予想すると

塗装片溶出濃度 > 塗装管溶出濃度 > 吐出水溶出濃度

となるが、共通の調査対象物質について、今回の分析結果を表-9 のようにまとめてみると、一部を除いてこの予想に合致していると考えられる。

表-9 濃度レベル比較表

調査対象物質	塗装片		塗装管		吐出水	
	—	3.2	—	—	0.11	—
フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	—	3.2	—	—	0.11	—
フタル酸ジ-n-ブチル	—	—	1.4	—	0.10	0.17
ノニルフェノール	—	—	0.09	0.10	0.17	—
ビスフェノールA	0.01	0.03	0.39	0.12	—	—
benzo(a)pyrene	0.01	0.04	—	0.01	0.02	—
benzo(b)fluoranthene	0.06	0.11	0.02	0.02	0.01	—
benzo(k)fluoranthene	0.21	0.03	—	—	—	—
benzo(g,h,i)perylene	—	0.01	—	—	—	—
fluoranthene	4.6	4.0	1.2	0.58	0.10	0.04

単位：μg/L

しかし合致していない以下の項目については、今後の試験で注目していかなければならない。

- ① フタル酸ジ-n-ブチルについては、塗装片からの溶出が下限値以下であったのに、塗装管では溶出していること。(吐出水では検出されているが、溶出下限値以下である)
- ② ノニルフェノールについては、吐出水からも溶出していること。
- ③ ビスフェノールAについては、塗装管からの溶出が高いこと。

これらを考慮に入れながら、長期にわたる通水実験で、溶出レベルがどのように変化していくか今後の動向に注意していく必要がある。