

多摩川水系飲用水に関する市民コーディネータ 育成アカデミーの設立

—河川水と水道水の連動的水質悪化の検証と原因究明に関する中流域市民との
共同調査—

2008年

鈴木 信夫
千葉大学大学院 医学研究院 教授

目 次

第1章	序論	1
(1)	本研究の目的.....	1
(2)	実施概要.....	1
第2章	市民講座活動	2
(1)	はじめに.....	2
(2)	市民講座の開講	2
(3)	講演要旨と発表スライド例	2
(4)	開催ポスター例	4
(5)	高校出前講義で配布したパンフレットの例	10
(6)	コーディネータ育成.....	12
(7)	結果および考察	12
第3章	健康調査	12
(1)	はじめに.....	12
(2)	実験方法.....	13
(3)	結果および考察	13
第4章	水質検査	13
(1)	はじめに.....	13
(2)	実験方法.....	13
(3)	結果および考察	14
第5章	まとめ.....	16
引用文献	17

第1章 序論

(1) 本研究の目的

本調査・研究は、多摩川の水質保全を流域住民の健康長寿の達成という視点から行おうとするもので、そのために、①独自に開発した新しい水質検査法を用い、多摩川やその支流のみならず、水源となる湧水や地下水、さらに、流域水道水も検査対象とし、②市民講座などの開催により水に関わる啓蒙活動と健康調査を行い、さらに、③市民と共に開設する多摩川と流域住民の健康を守る教育アカデミーの設立を目指して実施してきた。得られた成果は、次のようなことがあげられる。上述①の目的に適う培養ヒト細胞を開発できたこと、また、この細胞を用いての細胞増殖阻害度測定により、多摩川の水の阻害度は上流から下流へ下がるほど上昇し、その上昇と連動するかのように、流域水道水の水質悪化が高頻度で見られ、下流へ行くほど検出されやすいのではないかという疑問が生じたことである。特に、注視すべき点として、水道水源となる小作取水口以上の上流で水質の悪化が見られたことである。一方、②については、延べ10回以上の市民講座と高校出前講義を開催したが、アンケート調査により、水と健康に関わる情報の収集において多様な願望のあることが判明した。と同時に、健康調査用血清を2004年度からの累計で100名以上の多数の参加者から提供していただいた。そこで、2006-2007年度は、①小作より上流域での水質の毎月1回以上の検査を1年間継続することおよび、②の作業を引き続き行うこととした。その上で、公共事業体や民間企業による通常の水質検査法だけに頼ることなく、私共の独自の水質検査法の必要性があることと、水質悪化作用の原因究明に向けての提言をすることとした。

(2) 実施概要

本研究では、水の生命科学に関わる市民講座を開講しながら、聴講者らの在住地域における多摩川などの河川水や湧水およびそれらを水源とする飲料水に関する生物作用（細胞の生存能への影響）を調査した。主に、多摩川の水や多摩川周辺の湧水と多摩川水系の水道水を採取し、それらの水濃縮サンプルの生物作用を試験管内細胞レベルで調べた。比較として、江戸川などの他の河川の水や周辺地域の水道水や湧水の採取も行った。これらの採取材料を使用し、細胞に対する生育阻害作用をスクリーニングするため、採取水試料を1万倍に濃縮し、MTT法を用いて細胞の増殖阻害度を調べた。その上で、MTT検査の評定基準をより明確にし、飲用水に適するレベルとあるべき河川水のレベルを設定することとした。一方、従来開催した講座や講義を再度行う地域や高校を選択し、聴講者の中から、水の生命科学の実験手技を体験するものを募ることのできる場を提供できるようにアウトリーチ活動を継続して行うこととした。市

民講座の聴講者の中からは、水の生命科学を次世代に伝える役割を果たすコーディネータを発掘することとした。同時に、聴講者の中から希望者を募り、血液・尿サンプルの提供を受け、将来、飲用水あるいはその水源における水質検査結果との因果関係を調査すべきか否かの基礎データ作りをストレス酸化度検査法などで調査した。

以上の研究活動により、多摩川の水を飲料水として安心して利用できる地域社会作りに貢献することを目標とした。

第2章 市民講座活動

(1) はじめに

近年、ペットボトル水の普及に見られるように、人々の水への関心度は増大している。一方、大学における研究活動の実績を国民に還元することが求められ、アウトリーチ活動などと称されている。そこで、本研究では、水に関わる私共の研究内容を伝達する機会を公開市民講座や高等学校への出前講義という形式で設けた。ただし、参加者が単に水情報を伝達される受動的な参加形式でなく、自身の健康調査も兼ねることや実際に水検査を体験できる実習カリキュラムを設置し、能動的な参画法を企画した。

(2) 市民講座の開講

表1、表2で示す延べ22ヶ所で開催した。参加者は、それぞれの会で20名から200名であった。講演内容は、文献(1-3)や本章の(3)にある講演スライドの図で示すように、水や健康の科学に関わる話題と多摩川など日本全国と中国の水に関する我々の検査結果など、多岐にわたり発表した。2007年9月の千葉大学での研究報告発表では、他の環境科学者や災害対策工学者の参画者も含めて約60名の出席者があり好評を博した(本章の(4)の添付資料のポスター)。

(3) 講演要旨と発表スライド例

講演要旨

「水そして生命・健康を考える集い」 講演内容	
1.	なぜ、水は生命に必須なのでしょう？
2.	体の中で水の吸収と排泄はどのような仕組みとなっているのでしょうか？
3.	水は多くのものを溶かすといわれています。では、ミネラルについてはどのようなものがあるのでしょうか？
4.	水に含まれる毒物、特に遺伝子(DNA)に悪さをする水の調査とはどのような検査なのでしょう？
5.	では、水と付き合って私達が長生きするにはどうしたらよいのでしょうか？
6.	最後に、水を大切にしようという様々な活動を考えてみましょう。

本日のお話のあらすじ

千葉大学大学院医学研究院
環境影響生化学 鈴木信夫

1. ペットボトル症候群
2. 自己紹介——AMI より学んだ2つのこと
3. 水菓子と水子
4. 就寝前のコップ1杯の水と牛乳
5. 食生活の基本
6. 心臓と腎臓
7. 水の条件
8. 私達の研究目的と飲用水
9. 水の生命科学ネットワーク
10. 健康長寿ネットワーク

本日のお話のあらすじ

千葉大学大学院医学研究院
環境影響生化学 鈴木信夫、喜多和子

1. 自己紹介（鈴木、喜多）
2. ストレス度検査の現状——森林浴の場合（鈴木）
3. ストレスとストレッサーとは何か（喜多）
4. 生体分子のストレス傷害（喜多）
5. ストレスとシャペロン（喜多）
6. ストレスと活性酸素（喜多、鈴木）
7. 活性酸素と水（鈴木）
8. 活性酸素から逃れるための食生活（鈴木）
9. ストレス管理の基本（鈴木）
10. 健康長寿ネットワーク（鈴木）

(4) 開催ポスター一例

環境コーディネーターの育成を目指す市民講座

環境水から考える 化学物質検査の現状と 健康影響評価 その2

会場：千葉大学工学部19棟115教室（千葉市稲毛区弥生町1-33）
日時：平成18年6月3日(土) 午後1時～4時

- 演題：1. 「アスベスト関連疾患について」
千葉大学大学院医学研究院基礎病理学
助教授 廣島 健三
2. 「血液中のダイオキシン類濃度について」
国土環境庁環境創造研究所環境リスク研究センター
センター長 松村 徹
3. 「環境有害因子のヒト個体への作用を超高感度で予測する
新検査法—環境ホルモンを例として—」
千葉大学大学院医学研究院環境影響生化学
教授 鈴木 信夫
4. 「水道水を取り巻く話題」
千葉大学総合安全衛生管理機構 教授 立本 英機

参加費：無料（どなたでもご参加できます）
共催：千葉大学総合安全衛生管理機構・大学院医学研究院環境影響生化学
協賛：(社)日本水環境学会関東支部
後援：財団法人とうきゅう環境浄化財団
問い合わせ先：環境影響生化学教室（FAX：043-226-2039）

八王子市「(あったかホール内) 環境学習室」での

水と緑の生命科学と 大病から生還するための健康科学に 関わる講演会

趣旨：梗塞性疾患や癌、あるいはリウマチなどの様々な疾患を水と緑から概説する会です。“未科学の科学化”を目標として実施している「水の生命科学」と「森林浴の科学」について実演を交えながら紹介します。そして、多摩川あるいは周辺の湧水から私達の健康を守る方策を立案してみましよう。なお、希望者には、無料の酸化ストレス度検査も可能です。

講師：千葉大学大学院医学研究院環境影響生化学

鈴木信夫（教授）

喜多和子（講師）

菅谷 茂（教務職員）

同時開催：(1)「良水工房」(家中全ての水の浄水化) 展示

(2) 飲用水メーカー展示

(3) ハウスメーカー展示

場所：環境学習室 2階

日時：平成 18 年 11 月 11 日 (土)

午後 2 時 ～ 4 時

問い合わせ先：八王子市環境部環境政策課 (TEL 0426-20-7384)

後援：財団法人とうきゅう環境浄化財団

環境市民講座

～健康情報はあなたの 栄養となっていますか？～

水と緑から考える健康情報の判断基準と地震災害への対策方法例

講師陣：千葉大学大学院医学研究院環境影響生化学教室 教官

日時：平成19年5月12日（土）午後2時から4時

場所：三鷹ネットワーク大学（三鷹駅南口）

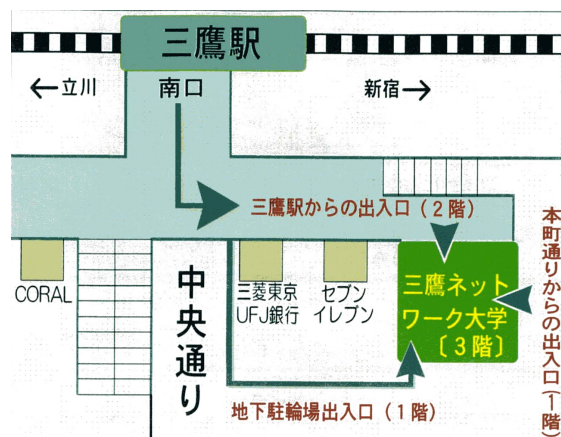
主催：東京三鷹ロータリークラブ

後援：三鷹市

財団法人とうきゅう環境浄化財団

申込方法

三鷹ネットワーク大学にてお申込下さい。参加費は無料です。



あなたの血液で

 ストレス度 

(癌の原因など)

に関わる検査をしませんか

検査希望者は下記の市民講座にお申し込みください。

講演会開催中、無料で検査します。

連続シンポジウム 安全安心な人間環境の創出

第3回テーマ：日常生活からの安全安心バイオマーカーの探索

(生活習慣病・癌・感染症・ストレス病への対策)

「メタボリックシンドローム対策」「癌を血液で見つけられる?!」

「ウイルス感染対策」「緑と水から考えるストレス対策」

日 時：平成19年6月30日(土) 午後1時半～4時半

会 場：けやき会館3階 (千葉大学西千葉キャンパス内、JR 西千葉駅または
京成みどり台駅下車)

※お車でのご来場はご遠慮下さい。

申込方法：事前登録制

6月25日(月)までに、「検査希望」と氏名、年齢、連絡先を記入し
FAXで043-226-2038 または 043-226-2545へお申込み下さい。

(本事業は、ちば県民保健予防財団およびとうきゅう環境浄化財団の研究助成により実施します)

新しい環境科学の創造を目指す市民講座

環境水から考える 化学物質検査の現状と 健康影響評価 その3

会場：千葉大学西千葉キャンパス普遍総合校舎 A-201 号
(千葉市稲毛区弥生町 1-33)

日時：平成 19 年 9 月 1 日(土) 午後 1 時～3 時

[I] 展示会：水に関わる製品を展示・紹介するコーナー

出展予定：千葉県水道局、相鉄不動産販売株式会社 浄水事業センター、
株式会社 I & C、三菱レーヨン、日本アブリコット

[II] 講演会

司会 千葉大学大学院医学研究院環境影響生化学 講師 喜多和子

(演題)：

1. 「水を通して思うこと」 1:00～1:30
千葉大学総合安全衛生管理機構環境安全部長 立本英機
2. 「災害のための水そして健康維持のための水プラスα」 1:40～2:10
千葉大学大学院医学研究院環境影響生化学 教授 鈴木信夫
3. 「環境中における化学物質の動態」 2:20～2:50
国立医薬品食品衛生研究所環境衛生化学部 第三室長 西村哲治先生

参加費：無料（どなたでもご参加できます）

共 催：千葉大学安全・安心プロジェクト、千葉大学総合安全衛生管理機構、
大学院医学研究院環境影響生化学

協 賛：(社)日本水環境学会関東支部、NPO 千葉健康づくり研究ネットワーク

後 援：財団法人とうきゅう環境浄化財団

問合せ先：環境影響生化学教室 (FAX：043-226-2039)

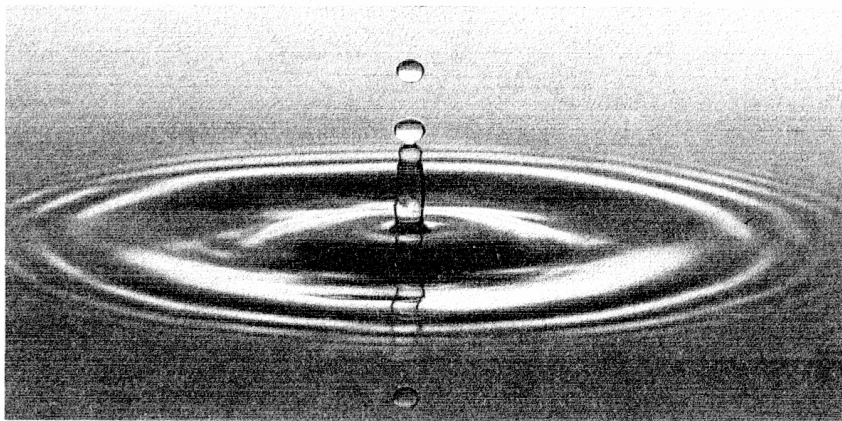
(本事業はちば県民保健予防財団の助成により実施します)

エコひろば 環境市民講座

9/15 (土) 午後1時~3時

テーマ

「健康のための水そして災害時のための水」



講師：千葉大学大学院医学研究院
環境影響生化学教室

教授 鈴木信夫氏

場所：エコひろば(あったかホール2F)

定員：30名(先着順)

八王子市在住、在勤、在学の方

費用：無料

水は未だに天の恵みであり、命を守る大切なものでありながら「水」の真価を、私たちはどれほど知っているだろうか。この機会に再認識しようではありませんか。

主催：環境学習・リサイクル推進協議会

申し込み：

エコひろば 656-3054

(5) 高校出前講義で配布したパンフレットの例

東京三鷹ロータリークラブ創立 40 周年記念事業

千葉大学大学院医学研究院 高大連携特別授業

講演 「科学的な話題ー水に関する話題から」

千葉大学大学院医学研究院 教授

環境影響生化学教室

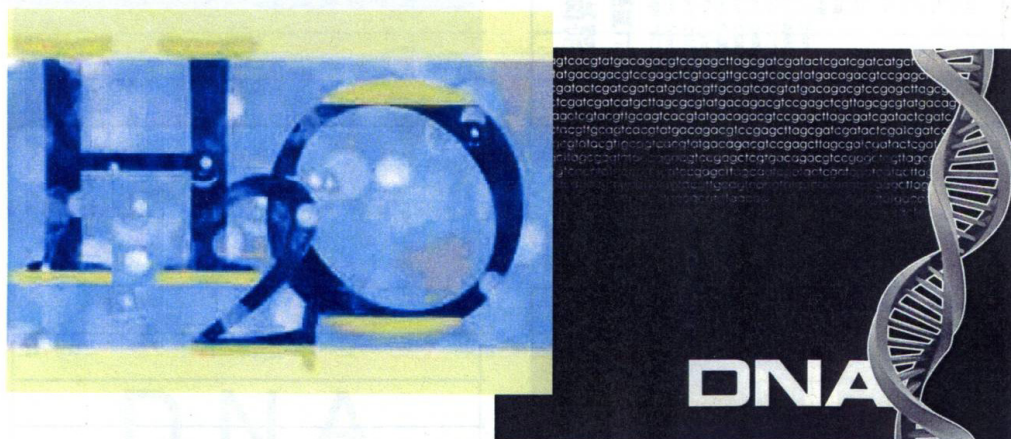
鈴木信夫 先生

実習 「DNA実習」

菅谷 茂 先生

(1) DNA抽出

(2) DNAの電気泳動実験



平成 18 年 12 月 13 日[水] 12:30～

聖徳学園中学高等学校

- (1) 自己紹介 ①氏名: 鈴木 (The most popular)、信夫 (Simple)
②年齢:
③父と母
④経歴:
⑤兄弟: 6 男、1 女
- (2) 癌と DNA ①6 男中 4 人発癌、2 人癌死
②遺伝と環境
③発癌と制癌
④DNA (デモンストレーション) —— 春雨
⑤水の国
- (3) 癌と水 ①水の柱 (多糖・・・コンドロイチン硫酸) と水の友 (溶質)
②塩素と水道水 —— トリハロメタン —— 揮発性
③天然水、(大地が磨いたきれいな水)
④墨と灰
- (4) 日常生活と ①日々の生活から、環境から、人生は進行している
専門家 ②人々との出会い、自然との出会いを大切にしよう → 多摩川
(スペシャリスト) ③老いはすでに始まっている → 受身から能動態へ
④バナジウム水を例にとり、専門家とは？
- (5) 専門家への準備 ①多面的視点 (水の良し悪し)
②自分を見極める (10 本の指、十進法)
③経験者の話に耳を傾ける —— 五感が基、科学も
- (6) 医療分野へ進学 ①全ては許すことから始まる
したい人々へ ②ヒトにはまだわからないことが多くある
③水とヒト —— アクアポリン

(6) コーディネータ育成

コーディネータの育成法については、次の4方法を考案した。①医学生を募り、都内などで実施の市民講座において、市民と共にストレス度検査に加わり被験者となったり、水に関わる生命科学の学習内容を深めて、将来地球環境問題にも深い洞察力を有する医師となるように教育した。②特定の団体に市民講座や高校での出前講座の開催を準備段階より参画していただいた。三鷹市東京三鷹ロータリークラブにコーディネータとなっただき、市民講座を1回と高校への出前講座を3回実施した。2007年5月12日参画のロータリークラブのメンバーについては、野川近辺での溪流浴とその効能(酸化ストレス度緩和)調査に加わっていただいた。水の重要性を再認識してもらおうと同時に、クラブ自身の今後の活動で、多摩川流域での健康づくり運動を促すこととした。③一般市民については、水の生命科学のコーディネータの養成の一環として、八王子市あったかホールでの市民講座を2回実施し、私共の水質検査法も公開した。検査法に興味を持つ受講生は30名近く存在した。④さらに、次世代の育成も鑑み、小中高等学校の教員について水教育の支援(2007年8月2日、千葉県歯科医師会館にて実施)をし、水コーディネータとしての資質向上に寄与した。一方、受講者を高校生に限定しての出前講座の開催も試みた。重要な成果としては、東京都立成瀬高校の場合、高等学校での出前講義を今後も引き続き実施して欲しいとの要請も受け、平成20年度スーパーサイエンス校の資格取得に寄与した。

(7) 結果および考察

市民講座でのアンケート調査により、講演内容の満足度が判明した(表 3,4,5)。市民講座では、どの回も参加者の90%以上から満足したとの回答を得た。聴講する市民に満足感を与えるには、ユーモアを交えながら水に関わる健康生活法を語る事が第一であるとの印象である。その話の中に、多摩川のことを織り交ぜることが肝要のようである。また、高校生へは、提供する話題全てが新鮮であることから、興味は尽きなかったようである。両講座共に、実験実技(実習)を交えると、満足感は上昇するようであり、水と遺伝子(DNA)との関わりについては、いわゆる「目から鱗」のようであった。一方、不満足度では、両講座とも1%以下であったが、相反する回答内容であった。より詳しい専門的情報を求める市民と、よりやさしい内容を願う高校生に対して、どのような講座内容とするのかは、今後の課題であると考えられた。

第3章 健康調査

(1) はじめに

水は生命活動の源泉であり、健康長寿達成のためには水による体への影響を知る必要がある。残念ながら、現代生命科学では、飲用水による健康維持のための検査指標は未だ解明されていない。そこで、現段階で水影響を推察するには、多様な要因をなるべく排除しながらの疫学的調査が必須であろう。今回、

水に関心のある市民参加者の中より健康調査に協力していただける方を募り、血液の血清抗酸化力を測定することとした。

(2) 実験方法

血液中のヒドロペルオキシド量を **Reaction Oxygen Metabolites** として測定した⁽⁴⁾。測定値(U,CARR)の 200-300 は正常範囲、301-320 は正常境界領域、321-340 は軽度の酸化ストレス状態、341-400 は中程度の酸化ストレス状態、401-500 は強度の酸化ストレス状態と考えられている。

(3) 結果および考察

10名の都市環境生活者の酸化ストレス傷害度を、三鷹市内の野川流域の大沢ふるさとセンター周辺の景勝地で30分間散策体験をした前後で比較した(図1)。血液中のヒドロペルオキシドの量の低下が見られたのはわずか2名であり、従来の低下条件と比較すると、多くの人の低下のためには、1時間以上の散策が必要であるとの示唆が得られた。そこで、さらに比較基準値の設定を考え、これまでの市民講座参加者の血清中ヒドロペルオキシド量を喫煙歴の有無を配慮し、提供者全員(117名)についてまとめた(図2)。その結果、約10%以上の人々で強い酸化ストレス障害を示唆する値が得られた。喫煙者は検査に応じた人数が4名と少なかったが、いずれも低い値であった(表5)。但し、抗酸化力が適値である喫煙者はいなかった

第4章 水質検査

(1) はじめに

水質検査を生命科学的手法で調査をしようとする意図は、飲料水やその水源が生命維持の源であるという認識のみならず、一向に減少しない人類の発癌現象への素朴な疑問が根本にある。近年、水が酸化傷害と密接に関連しており、酸化傷害が発癌の重大原因であることが示唆されてきているからである。そこで、本研究では、主に、水質悪化が示唆される水道水取水口の小作地域の多摩川の水を毎月1回以上1年間にわたり採水し、水質検査を行った。また、その流域周辺の湧水と多摩川水系の水道水を採取し、それらの水濃縮サンプルの発癌に関わる生物作用を試験管内細胞レベルで調べた。比較として、全国河川水とその流域の水道水や湧水・地下水利用による飲用水の採取も行った。これらの採取材料を使用し、前年と同様に細胞に対する増殖阻害作用をスクリーニングするため、採取水試料を1万倍に濃縮し、MTT法(Exp. Cell Res., 298, 584-592, 2004)を用いて細胞の増殖阻害度を調べた。

(2) 実験方法

1) 水サンプル採取：上記で記載した場所で水を採取した。一方、多摩川流域を含めた湧水や地下水利用井戸水とその地域の水道水、あるいは、関東甲信越以北野本州地域の河川水と湧水を採取した。小作周辺の多摩川や金町浄水場

脇の江戸川については、1年間を通じて、毎月1回以上、川の水を採取した。両河川の採取地域周辺の水道水も、同様に採水した。

2) 水サンプルの前処理：水サンプル中の有機化合物を Oasis HLB カラム (Waters 社) に吸着させて約 10000 倍に濃縮した。水サンプル (250ml) を Oasis HLB カラム 3ml に流し、有機化合物を吸着させた。このカラムを 5%メタノール 2.0 ml で洗浄後、吸着成分を 100%メタノール 2.0 ml で溶出し、デシケーターで減圧乾燥後 DMSO 25 μ l に溶解し、濃縮サンプルとした。

3) 培養ヒト細胞を用いた細胞増殖阻害作用の解析：環境化学物質に対して高感度で応答する培養ヒト細胞 RSa にエストロゲン受容体遺伝子を導入し、派生細胞株を樹立し、その樹立細胞を用いて解析した。培養液中へ水濃縮サンプルを 1/100 量添加し、48 時間培養後、細胞の増殖阻害度を MTT 法で測定した。蒸留水(MilliQ)処理細胞の生存応力を 100% (細胞増殖阻害度 0%) とした。

4) 培養細胞を用いた遺伝子毒性：水濃縮サンプル処理 RSa 細胞でのウアバイン致死作用に対する耐性化試験⁶⁾により、変異誘導活性を測定した。また、遺伝子レベルでの変異検出も行い、癌遺伝子 *K-ras* の塩基置換変異を differential dot-blot hybridization 法を用いて検出した

5) 既知化合物混入の場合の水質検査：3)、4)の方法に基づく生物作用の水質検査を Bisphenol A や Cadmium を用いて行った。

(3) 結果および考察

1) 細胞増殖阻害における環境ホルモン Bisphenol A との比較評価：これまでの河川水における細胞の増殖阻害度については、2004-2005 年両年にわたる検査値の平均では、図 3 のように、多摩川中流域では大略 20%であった (細胞生存率では約 80%)。この 20%の意義を知るため、環境ホルモンである Bisphenol A が同等の阻害度を示す濃度を検討すると、約 10^{-4} M \sim 10^{-5} M に相当した(図 4)。一方、本実験で使用している RSa 細胞は、Bisphenol A の変異誘導活性について誘導が見られやすく、ウアバイン耐性化頻度の場合 10^{-5} M とそれ以下の濃度で Bisphenol A 無しの場合より約 2 倍以上を示す。すでに、河川水や飲用水道水あるいは湧水・地下水の中には変異原性を示すことが本研究で利用している実験システムで示されていることから、さらに、Cadmium についても本実験システムによる細胞増殖阻害と変異原性検出の感度を検討した。細胞増殖の阻害は、 5×10^{-8} M から 20%以上の増殖阻害が見られ(図 5A)、ウアバイン耐性化変異が 10^{-7} M から(図 5B)と、*K-ras* コドン 12 の変異も 10^{-7} M から(図 5C)の極めて低濃度から検出された。従って、我々の実験システムでの 20%という細胞増殖阻害度 (80%という細胞生存率) は、変異原性を有する化合物の場合、極めて高活性の変異誘発作用を發揮している可能性があり、ヒトの健康維持には決して良い水質とは言えないと予測された。

2) 水道水と多摩川水のサンプリング調査：中流以下の地域での多摩川水の阻害は明確であり、ランダムなサンプリング調査で 21%以上の細胞増殖阻害度を示す地点が 75%以上の頻度で見られ、中流域湧水の地点は 50%の頻度であった。八王子市内とその上流域では、水道水源は多摩川水を含むブレンド水ないし湧水・地下水が主である。従って、中流域とその上流域での地下水を飲用水としている地域とブレンド化されるとはいえ東京都民の飲用水源である多摩川河川水より厳密な実態調査の必要性が出てきた。そこで、再度、多摩川下流域の水道水について、細胞増殖阻害度を調査した。2006年5月の採水サンプルの増殖阻害度の結果は以下の通りであった。大田区内公園公共水道水が7%、多摩川関戸橋周辺地域公共水道水が30%、八王子市内公共水道水がマイナス30%を示し、良質水とする±10%以内に必ずしも入らなかったサンプルが依然として存在した。なお、同時期に採水した青梅駅水道水は4%、江戸川金町地域公共水道水が6%、河川水ではあるが、小作取水場付近の多摩川水が0%であった。近年、オゾン処理水道水化されているとはいえ、末端の蛇口では、依然として望ましくない状態の可能性はある。ちなみに、あるメーカーの浄水器を設置したとうきゅうホーム株式会社建設住宅での浄水前後の水道水について、都内10ヶ所以上で細胞増殖阻害を調査したところ、全ての家で、水道水の良質化が確認された(データ省略)。これまでに、下流域水道水で30%の細胞増殖阻害度を示したものについて、水道法に基づく水質検査を行ってみたが、全ての検査項目で基準値より大幅な高値を示すものはなく、細胞増殖を阻害する因子の存在は推測されなかった^②。従って、今後も、多摩川下流域を中心に、水道水の水質に関する精査が必要であろう。

3) 多摩川と江戸川の浄水用取水口近辺における定期検査

水道水の悪化原因を究明するためには、まずは、供給源となる河川水の定点観測が必須と考え、多摩川については、小作周辺で、毎月1回以上の河川水採取と採取水の細胞増殖阻害度を測定した。4月と7月に、約40%近くの阻害率(約60%近くの生存率)を示した(図6)。その他の月は、おおむね、±20%の阻害率であった(図6)。比較河川水として金町浄水場近くの江戸川河川水を調査した所、おおむね10-20%近くの阻害率(80-90%の生存率)であったが、8月と10月に阻害度が約30%(生存率70%)であった(図7)。従って、夏期は、両河川水とも水質の悪化が共通してある可能性があり、多摩川水については春期も悪化の可能性があると示唆された。

4) 湧水・地下水の細胞増殖阻害度検査：名水百選の地、秋田県六郷を4年間ランダムに調査したところでは、強い阻害(21%以上)が14サンプル中6サンプルで再現された(表6)。秋田県大仙市内でも、良質とされる湧水サンプルが得られたのは50%の確率であった(表6)。このように、複数回での湧水の水

質検査をする必要があることが示唆された。多摩川と日原川の合流点の河川水は、必ずしも良質とは言えないが、周辺の湧水では良質である可能性があり、湧水の保全策を早急に立案することが望まれよう（表 6）。大災害時の湧水の活用を予測すると、八王子市内で良質な地点があることから（表 6）、それらの湧水の保全策も望まれる。多摩川流域湧水の更なる採水を行い、少なくとも供給源水はヒトに安全であるとの確認作業が必須であると考えられた。

第 5 章 まとめ

市民講座の展開では、八王子市との継続的な講座開講を八王子市あったかホール内の環境学習室で 3 年間連続して開催することができた。また、八王子市内にある東京都立富士森高校での出前講義も 3 年連続して実施することができた。一方、申請者らの所属する千葉大学で、環境水と題しての継続的市民講座も 3 年間連続して開催することができた。従って、これらの講座を介して、多摩川などの水に関わる生命科学のコーディネータの養成が可能となった。具体的には、八王子市での活動を東京三鷹ロータリークラブの方々が感化されて、三鷹市内の高校と市民大学での講座開催をコーディネートしていただいた。また、2006 年度まで東京都立富士森高校校長であられた佐藤公作先生が東京都立成瀬高校校長へ転任された後、私共の活動を取り入れることにより成瀬高校のスーパーサイエンス校化に成功した。今後は、出前講義を聴講した若者の中から、多摩川を生命科学から考えうるような人材が輩出することを切望する。

本研究では、地域住民の健康障害と日々飲用している水との因果関係を生命科学的に鳥瞰する一手法として、発癌などと密接な関連が考えられている酸化ストレス障害に関わる検査を、市民講座参加者のインフォームドコンセントを得た上で行った。今後も多摩川流域の住民のストレス度の調査をすることにより、私共の高感度生物作用検査結果との関連性の有無を推測できる、より詳細な飲料水の調査が必要であろう。また、渓流域でのリラクゼーション効果を多摩川流域でのストレス緩和という視点からも今後精査する必要性があると考えられた。

培養ヒト細胞を用いた細胞毒性および遺伝子毒性の解析では、独自に開発した培養ヒト細胞は、Bisphenol A だけでなく水濃縮サンプル中の有害物質による致死誘導作用および変異誘導作用にも高い感受性を有することが Cadmium の作用を調査することにより、より明確になった。従って、生物毒性作用から見た水質を調べる上で、非常に有用な検査システムであると考えられる。今回の研究成果の活用例としては、今後、この検査システムでの結果を指標に、大災害時に利用可能な湧水マップ作りに厳密な検査を行う必要が考えられる。

引用文献

- (1) 鈴木信夫、喜多和子 水から学ぶ健康の泉、ISBN:4-89693-108-4, 2006
- (2) 鈴木信夫 とうきゅう環境浄化財団 2006-2007 年度研究助成成果報告書
- (3) 三分一湧水館 水のセミナーVol.2 講演録 19-34, 2004
- (4) J. Neurol. Sci. 243, 71-75, 2006
- (5) Mutat. Res. 490, 199-207, 2001

表 1. 2006 年度開催市民講座・出前講義

タイトル	開催日	場所	参加人数	共催・協賛
健康長寿のこつ	2006年5月24日 (水)	千葉市文化センター	140名	千葉市文化振興財団
水の生命科学	2006年6月2日 (金)	東京都立富士森高等学校		
環境有害因子のヒト個体への作用を超高感度で予測する新検査法－環境ホルモンを例として－	2006年6月3日 (土)	千葉大学工学部115教室	80名	日本水環境学会関東支部、千葉大学総合安全衛生管理機構、NPO「千葉健康づくり研究ネットワーク」
大学進学の前に学ぶ水の科学	2006年6月19日 (月)	学校法人山崎学園富士見中等高等学校	40名	
水の生命科学と遺伝子実習	2006年7月11日 (火)	学校法人渋谷教育学園幕張中学・高等学校	50名	
ヒトにおける環境ストレス応答評価と次世代にわたるケアシステムの構築	2006年7月28日 (金)	千葉大学自然科学研究科大会議室	90名	千葉大学安全安心総合研究機構
水から考える医学の入り口	2006年11月10日 (金)	東京都立富士森高等学校	10名	
水と緑の生命科学と大病から生還するための健康科学に関する講演会	2006年11月11日 (土)	八王子市あったかホール内環境学習室	70名	環境学習・リサイクル推進協議会
水の生命科学	2006年11月15日 (水)	東京都立三鷹高等学校	40名	三鷹市東京三鷹ロータリークラブ
大病から生還して健康長寿を求めるこつ	2006年11月29日 (水)	千葉市みつわ台公民館	20名	
科学的な話題－水の関する話題から	2006年12月13日 (水)	聖徳学園中学校・高等学校	80名	三鷹市東京三鷹ロータリークラブ

表 2. 2007 年度開催市民講座・出前講義

タイトル	開催日	場所	参加人数	共催・協賛
環境市民講座～健康情報はあなたの栄養となっていますか？	2007年5月12日(土)	三鷹ネットワーク大学	70名	三鷹市 東京三鷹ロータリークラブ
水と緑の生命科学	2007年6月6日(水)	国際基督教大学高校	40名	三鷹市 東京三鷹ロータリークラブ
生物毒性因子作用検出用新規システムー飲料水・抗癌剤を例にー	2007年6月21日(木)	東京ビッグサイト	約200名	リードエグジビジョンジャパン株式会社
緑と水から考えるストレス対策	2007年6月30日(土)	千葉大学けやき会館	80名	千葉大学安全安心総合研究プロジェクト
ストレスと健康	2007年8月2日(木)	千葉県歯科医師会館	120名	ちば県民保健予防財団
環境水から考える化学物質検査の現状と県境影響評価(その3)「災害のための水そして健康維持のための水プラスα」	2007年9月1日(土)	千葉大学普遍総合校舎	60名	日本水環境学会関東支部、千葉大学総合安全衛生管理機構、NPO「千葉健康づくり研究ネットワーク」
水と生命	2007年9月14日(金)	東京都立富士森高校理科教室	20名	
健康のためそして災害時のための水	2007年9月15日(土)	八王子市あったかホール内環境学習室	50名	
水と健康の関係	2007年9月27日(木)	東京都立成瀬高校	20名	
健康管理と水	2007年10月10日(水)	千葉市文化センター	128名	千葉市文化振興財団
生活習慣と病気～わたしの経験から	2008年3月15日(土)	千葉市女性センター	60名	千葉市女性センター

表 3. 2007 年 9 月 15 日実施 八王子市あったかホールでの市民講座参加者の感想(原文)

人間の生活にとって大切な水について、深く勉強することが出来、とてもよかったです。毎日水道水を飲んでいるが、講演を聞いて少し心配になった。浄水器について考える必要があると思った（以前、浄水器を使用していたが、カビなどが心配なので止めたことがある）。
途中で退出したが、大変勉強になった。
① 人体と水との関係 ② 熱中症と水、日常生活と水 ③ 湧水の重要性、および井戸水→ゴミの不法投棄、農薬の使用等へ思考が発展
人々各々で、その水の使用方法など考えなければならぬと考えさせられた。研究室の視点を教わるのも楽しかった。
災害時の水の件。井戸水の活用をするため、日頃の井戸水の水質検査をして災害時に協力してもらうことを市政に盛り込んで欲しい。
講師の鈴木教授の人格、講義内容も明確で、環境市民講座として、素晴らしい講座だった。
講座内容に合わせたレジュメが欲しい。
水の問題は難しい。
生活に結びついた具体的な内容が伺えたので、とてもよい講座だった。
健康のための水についての話は、色々な方々の質問形式で分かりやすかった。災害時のための水についてさらに踏み込んだ水についてのノウハウを教えて欲しい。
熱中症等の予防方法について参考となった。
遅れて入ったので、前半は分からない。（市が）災害用の市販水を保管しているか？ 飲用可能期間は？ 市販の水素水は本当に合格か？
日常の水について取り扱いの事が分かり、勉強になった。
浄水器を取り付けているが、災害時の水をどうしたらよいかと思い、応募した。とても参考になった。
健康に気をつけなくてはと思い、水道の浄水器などを使用しているが、今回の水についての講座はかなり詳細に説明がなされていた。参加してよかったと思った。
八王子市の水道水に対して不安が募るだけの効果しかなかった気がする。今日のデータを水道局に報告し、一日も早く安心できる水の供給をお願いしたい。先生というお立場上言いにくいかもしれないが、現実的なお答えを頂けなくて、残念だった。
一般的な水の話や科学的な専門の水の話聞くことができ、大変ためになった。ただ、専門的な水の話になると分からないところも多く、もっとやさしい話をして欲しかった。また、水について科学的に証明されていないことが多く、まだまだ研究するべきところがあるということが分かった。先生に頑張ってもらいたい。
とても勉強になった。八王子市の水道水が良くないそうだが、水道料金が高すぎるのがっかりだ。
水が身体に対して大切なことがよく分かった。
水が私たちにとって如何に大切かということを勉強した。

表 4. 2008 年 3 月 15 日実施 千葉市女性センターでの市民講座参加者の感想(原文)

湧水の成分の違い（一般の水との比較と各地の湧水どうしの比較）、（リクエスト）三分一湧水の分析結果を教えてください（生でのめますか？）
山梨県三分一湧水、大滝湧水、東京都奥多摩の湧水の成分と生で飲んでいいかどうか、何日位飲める状態でしょうか
水質が出来る経過（八ヶ岳伏流水）
水と波動について
水道水中に入っている化学的な合成物質（洗剤、化粧品）が人体に及ぼす影響について
健康によい水の摂取のしかた
名水と言われている水の違いと体への影響
おいしい水の条件、甘い水、苦い水、柔らかい水、かたい水など、また地域の水の比較など
にがり水と身体に対する影響
湧水について、科学的に、温泉、鉱泉、保水林（それでもなぜ近所で広葉樹をばっさいしているのか、不要な林道を造るのか矛盾を感じる）
癌との関係
湧水の成分
水の中のどのような成分が、体の中でどう作用しているかについて、水は水としてしか作用しないのですか？水の中の成分は関係ないのですか？
老人は夜寝る前に水を飲むのは如何なものでしょうか、朝、起床時に飲むのとでは身体にどのような影響がありますか。
毎日飲んでいる水がどれくらい汚染されているか知りたいです
食と癌／生活環境（どんな切り口でもけっこうです）と癌
妊婦のよう水について

表 5. 出前講義に関する高校生の感想文より

<p>エタノールを DNA に加えると白色沈澱ができるというのが不思議でした。何でメタノールよりエタノールの方が良いのかも考えて見たのですが、やっぱりわかりませんでした。炭素の数（アルコール）が多い方がよく反応するのかと私は思ったのですが…。水質検査の実験、最後まで見たかったです。DNA の電気泳動の実験でマイクロピペットを実際に扱うことができ嬉しかったです。すごく良い経験になりました。マイクロピペットでサンプルをゲルの中に移す作業がとても難しかったです。紫外線を通して見た時感動しました。鈴木先生がとても楽しい先生だったので、実験もより楽しめました。ありがとうございました。</p>
<p>遺伝子の実験は見た事のない器具を使っており、後ほど聞いた話ではマイクロピペットは数万円すると聞きました。あの有名な千葉大学だからこそ使えるのかはわからないが、すごく高級なものを使っていると思いました。もし実験の前に値段を聞いていたら手が震えて失敗していたかも知れません。大学に入れば、このような実験がたくさんできると思うと、とても楽しみです。</p>
<p>今回授業を受けて、正直化学はあまり得意ではないので大学のレベルの高さについていけるか不安で緊張しました。実験は水の実験が時間の関係で結果が出なかったのが少し残念でした。でも化学の実験は時間がすごくかかり根気があるなどと思いました。DNA の実験はやっぱりとても細かい作業で大変そうでした。でも、オレンジ色に染まった DNA が見えた時は感動しました。サケの DNA がエタノールを入れてまぜた瞬間に白く糸状の DNA が見えた時も感動しました。でもなんでエタノールで白く見えるようになるのかが不思議。</p>
<p>興味深い話だった。最初は DNA について何を話すのだろうとっていて、あまり興味がなかったけど、遺伝子の構造や DNA と呼ばれる理由などを話して頂くうちに興味がわいてきました。水の実験結果が途中で終わってしまったのは残念だったけど、マイクロピペットでの実験は貴重な体験ができてよかった。どんなことをするかと思えば発ガン性物質をあの小さな溝に入れて、電流を流すだけで分かってしまうなんてすごいと思った。結果は周りが明るくて、少し 見にくかったけど、違いがしっかり見れて良かった。スライドショーは分からない言葉がたまに混ざっていたがなんとなく解る話でなんとかついていけて良かった。今度またこのような機会があったら、水について話してほしいと思った。</p>
<p>私達が普段何気なく飲んでいる水はさまざまな浄化処理がされているのだと改めて思いました。それと同時に処理を行っても細胞増殖率が低い場合もあり、自分の飲んできた水はどうだったのかなと少し気になりました。けれども市販の浄水器を使うと増殖阻害率が 0% 近くまで下げられるとしり、きれいなはずの水道水を何でわざわざ浄水器に通すのだろうという疑問が解決しました。私は将来看護師になりたいと思って生物を履修しているのでとても興味深い内容でした。実験用に DNA のサンプルが売られていて、それを使って遺伝子を組み換えたりするというお話を聞き、そんな事もできるんだなと驚いた反面その技術が植物や人間に応用されたときどんな害があるんだろうと少し怖くなりました。染色をする時に DNA の構造が変化するという事などを聞き、生物と化学はすごく関連深いなと思いました。これからは生物を勉強する時は今までよりもっと化学を意識して勉強したいです。授業を通して化学は色々な事に応用されていて、それはとても身近なものだという事に気付きました。</p>
<p>自分は大学の化学科に進学して有機化学をやりたいと思っていますが、この授業をうけてみて、環境に関係している化学も面白いなと思い、少し興味がわきました。大学での講義もどんな感じか体験できたし、今回は大変ありがとうございました。</p>
<p>最初、自分は水や遺伝子に興味はなかったけれども、話や実験を聞くうちにだんだんとおもしろくなっていきました。まず水について言えば、どういう流れで家に水がやってくるのかがわかり、自分の家はオゾン処理されているのかが気になりました。そして、（先生達が採水した）高校の水（の検査結果）はどうだったのか知りたい。遺伝子については、遺</p>

伝子の簡単な覚え方がおもしろかったし、タバコや日光が遺伝子にダメージを与えるとは思ってもみなかったので、親にタバコを吸うのをやめてもらおうと思いました。

私は化学はあまり得意ではないし、2年の時に授業をとっていなかったから深い知識もないけど今回の実験はとても面白かった、特に最初にやった DNA の実験が不思議だった、エタノールを入れる前の DNA が見えない状態でも触ったら感触があるのか疑問に思った、エタノールを入ただけで DNA が見えるようになっただけでも驚きだったから化学は何かよく分からない事ばかりで奥が深いと思った、化学の授業は難しくあまり面白いものだとは思っていなかったけどこういう実験をやらしてもらってとても“知りたいと”興味が持てるようになった。

先日は、水と遺伝子に関わる有機化学について講義をして頂き、本当にありがとうございました。特に、鈴木先生のお話はとてもおもしろく、化学を勉強していく上でとても参考になりました。実験なども自分達ですることができてよい体験になりました。

今まで化学にはあまり関心がなかったし、まして DNA なんて、名前は良く聞くけど、実際にどういものなのかわからなかったの、とても勉強になった。大学に行って、化学を専攻することはないと思うけど、これからの人生に役立つことがあつたら、積極的に役立てたいと思う。

表 6. 河川水と周辺湧水の地域別細胞増殖阻害度（2004.4-2008.2 実施分）

地域	河川水	湧水（一部地下水）
秋田県六郷地域		■, ■, ○, ○, ○, ■, ■, ○, ○, ■, ○, ○, ■, ●
大仙市齊内川周辺	■, ●, ●, ●	■, ○, ○, ○, ■, ■, ○, ■
小菅村小菅川地域	●, ■	●, ●
奥多摩湖周辺		○
青梅釜の淵公園周辺	●, ○, ■, ■, ■, ■, ■, ■, ○	■, ●, ■
多摩川・日原川合流点周辺	●, ○, ○, ●, ○, ■, ■, ●, ■, ●, ●, ●, ●, ●, ○, ■, ○, ○, ●, ■	○, ■, ○
三鷹市野川周辺	●	●, ■, ●
八王子市内北浅川と南浅川合流点	■, ■, ■, ●, ■, ●, ■, ■, ■, ○, ○	■, ■, ○, ○
	○	

※ 1 マークは、採水作業 1 回あたり採水した試料についての検査値を示す。
○、0~10%； ●、11~20%； ■、21%以上を示す。

図1 森林溪流浴前後の血中ヒドロペルオキシド量

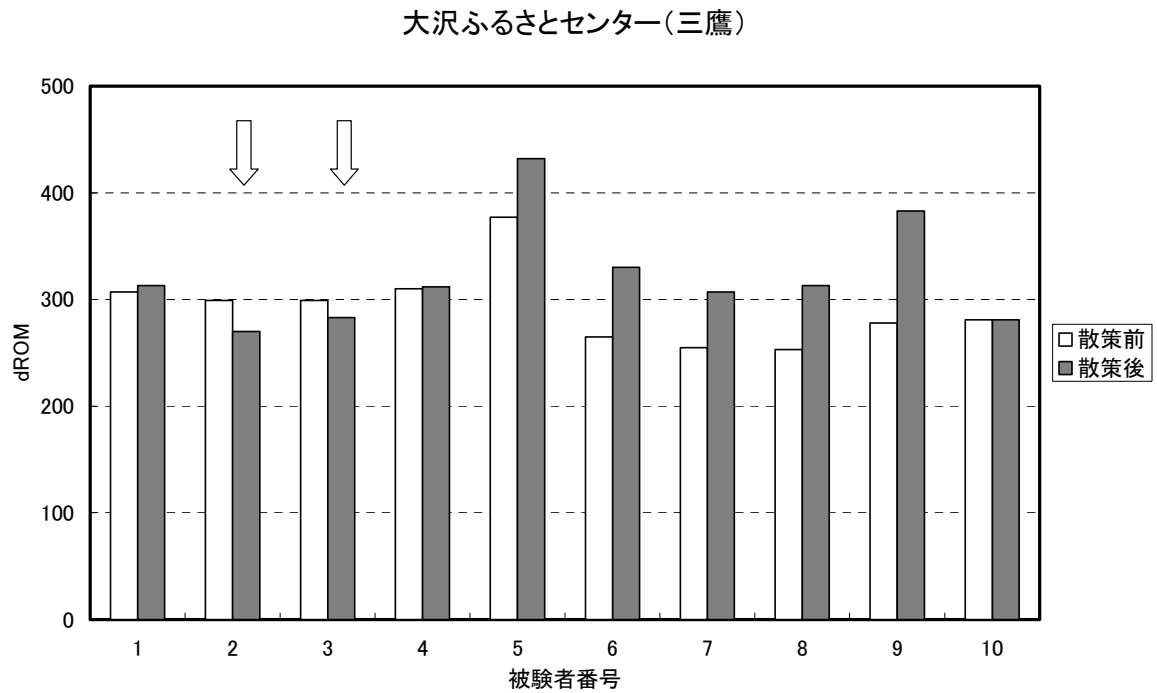


図2 血中ヒドロペルオキシド量測定による被験者のストレス度分布

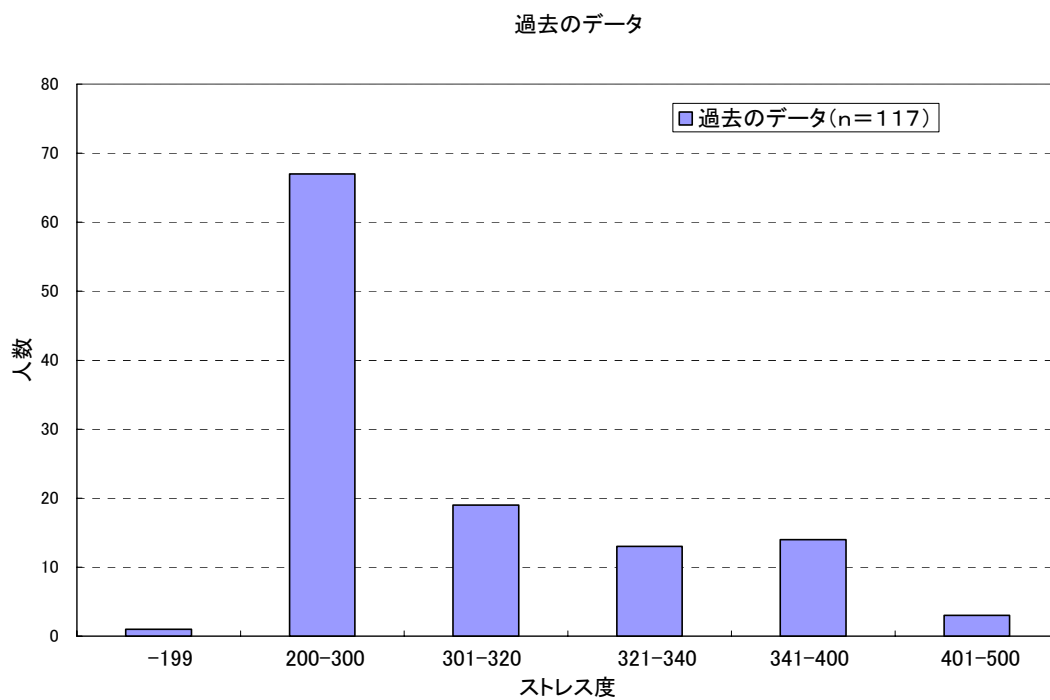


図3 2004-2005年調査採取多摩川水系河川水水の細胞増殖阻害度の分布状況

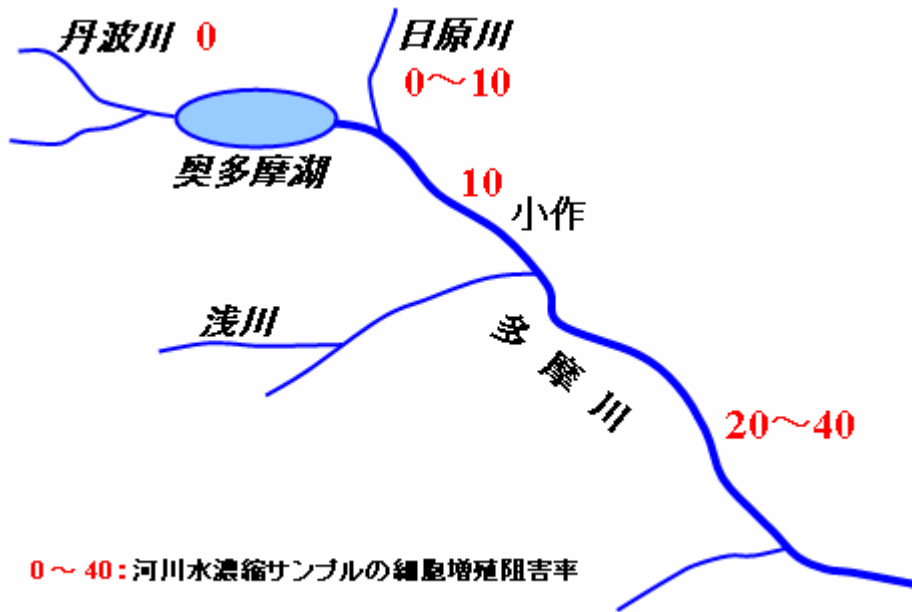


図4

環境ホルモンによる水質悪化の例

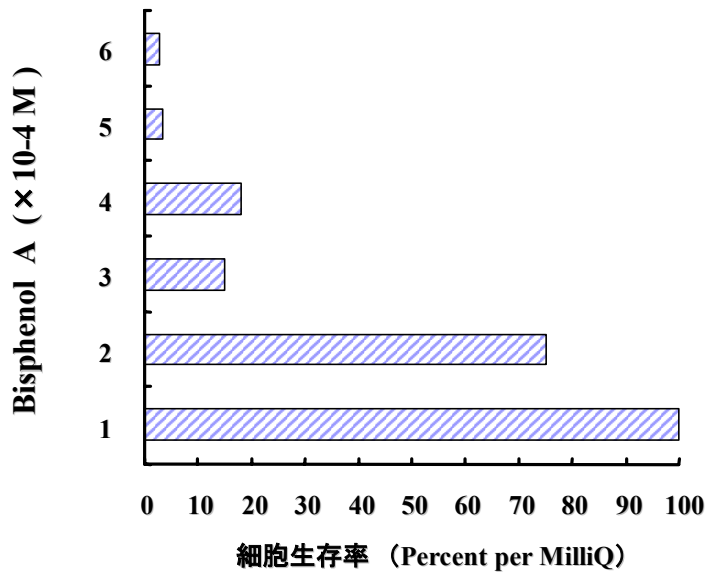
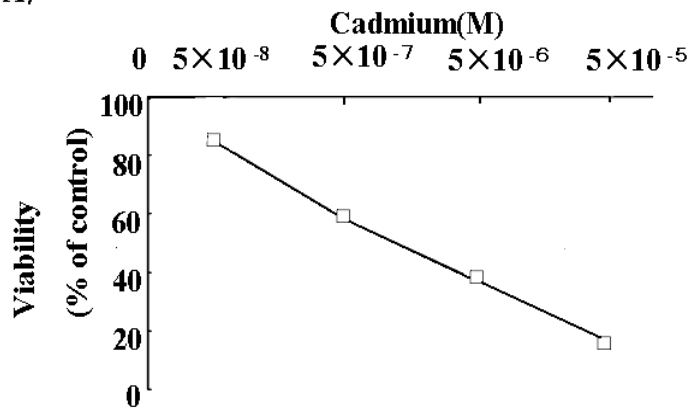
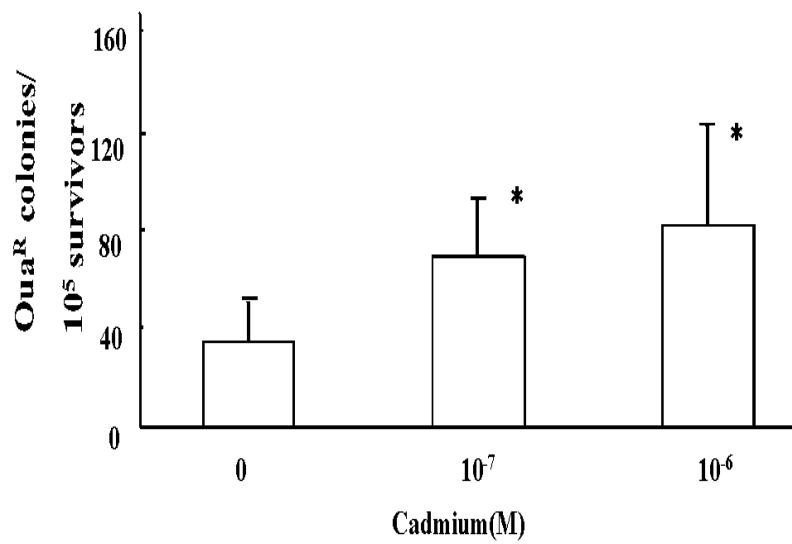


図5 Cadmiumによる細胞増殖阻害 (A)、ウアバイン耐性化変異 (B)、*K-ras* 変異 (C)

(A)



(B)



(C)

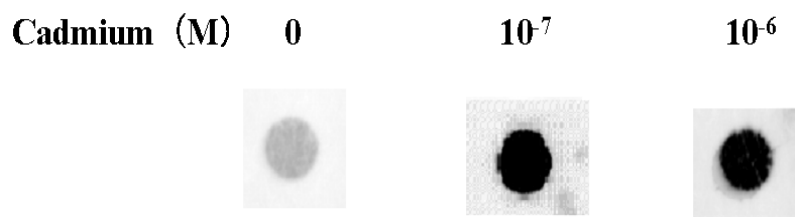


図6 年間月別水質検査（多摩川小作地域）

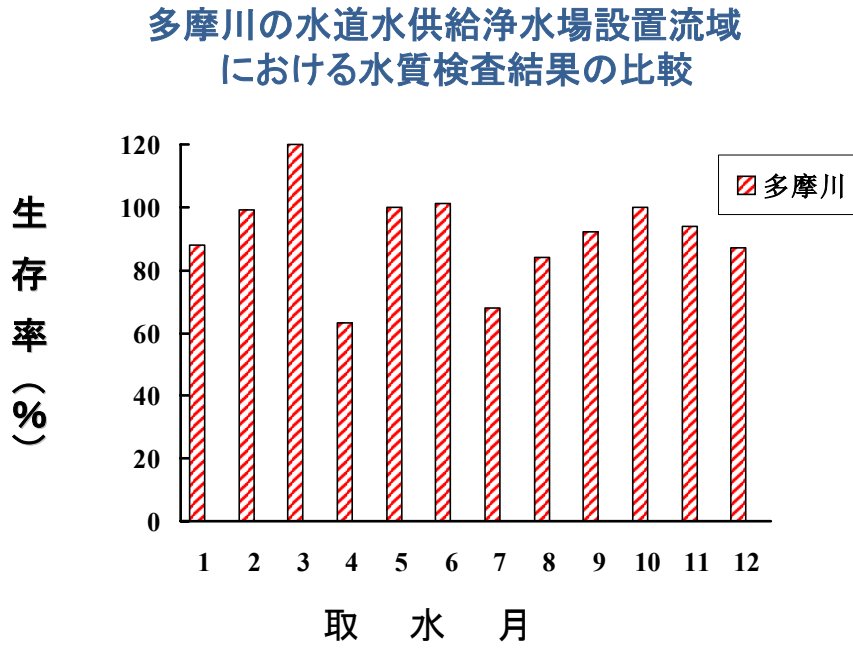
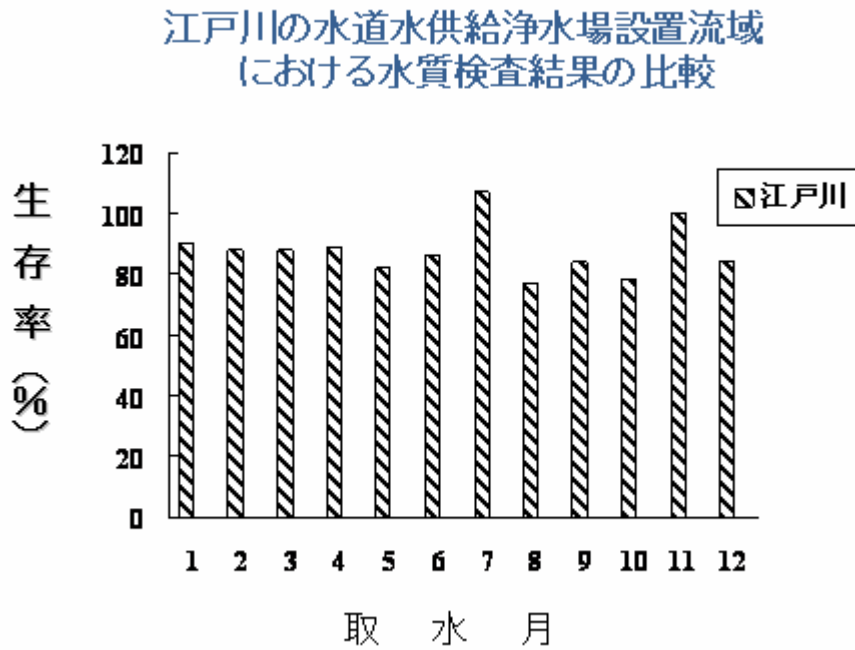


図7 年間月別水質検査（江戸川金町地域）



「^{たまがわすいけいんようすい}多摩川水系^{かん}飲用水^{しみん}に関する^{いくせい}市民コーディネーター^{せつりつ}育成アカデミーの設立」

—^{かせんすい}河川水^{すいどうすい}と^{れんぞくてきすいしつあつか}水道水^{けんしょう}の^{げんいんきゅうめい}連動的^{かん}水質^{ちゅうりゅういきしみん}悪化^{せつりつ}の^{けんしょう}検証^{げんいんきゅうめい}と^{かん}原因^{ちゅうりゅういきしみん}究明^{せつりつ}に関する^{せつりつ}中^{せつりつ}流域^{せつりつ}市民^{せつりつ}—

—^{きょうどうちようさ}との共同^{せつりつ}調査^{せつりつ}—

(研究助成・学術研究 VOL. 37-NO. 275)

著者 ^{すずき}鈴木 ^{のぶお}信夫

発行日 2009年3月31日

発行者 財団法人 ^{とうきゅう}とうきゅう環境^{じゆん}浄化^{ざい}財団

〒150-0002

東京都渋谷区渋谷1-16-14 (渋谷地下鉄ビル内)

TEL (03) 3400-9142

FAX (03) 3400-9141