

東京都環境科学研究所

No.38

ニュース

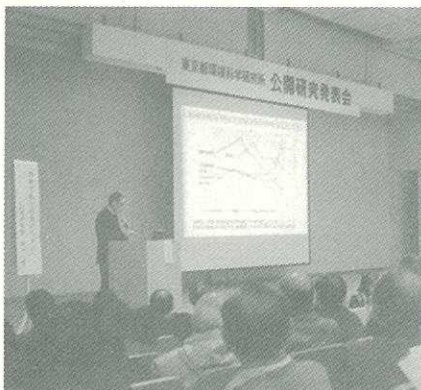
目 次

平成 14 年度公開研究発表会の開催	P 1
東京の都市環境問題	P 2
東京の川、有害化学物質はどこに	P 5
環境ホルモンを測る	P 8
家庭用焼却炉からのダイオキシン類	P11
持続可能な社会のために	P13
平成 13 年度終了研究の外部評価	P17
(東京都環境科学研究所運営委員会研究評価部会報告)	

平成 14 年度公開研究発表会の開催

平成 15 年 1 月 7 日 (火)、都民ホールにおいて、第 8 回「東京都環境科学研究所公開研究発表会」を開催しました。この発表会は、毎年、都民の方や企業、行政部門の方々に、東京都が抱える環境問題の実態とその改善のための方策を、研究成果を通して、ご理解いただくことを目的としています。

このニュースでは、発表会当日、会場で配布しました「各研究発表の要旨」と、ご参加いただいた皆様からの「アンケートの集計結果」を報告します。



東京の都市環境問題

－ 研究所の取り組み －

基盤研究部長 石井康一郎

1 研究の背景

東京の大気汚染は一時の危機的な状況を脱したが、道路沿道における二酸化窒素（NO₂）や浮遊粒子状物質（SPM：Suspended Particulate Matter）による汚染は依然深刻である。また、光化学オキシダントは濃度が増加傾向にあり、熱汚染との関連が疑われており、PM_{2.5}粒子や有害化学物質によるヒトへの健康影響が懸念される等、新たな問題も生じている。

都市における大気汚染問題が未解決かつ複雑化している原因は、自動車、特にディーゼル車交通量の増大と対策の遅れや人工排熱量の増加など都市活動の活発化と、建築物の高層・高密度化や緑地の減少等都市構造の変化にあると考えられている。

一方、都内の河川の水質は下水道の整備等により大幅に改善されたが、東京都内湾は、生活排水等に起因する窒素、リンの流入と、水の交換性の悪さにより富栄養化状態にあり、環境基準の達成率は依然として低い状況にある。また、ダイオキシン類等有害化学物質による水生生物、底質、土壌の汚染という負の遺産による環境問題も顕在化してきている。

研究所では、行政と連携して、これらの課題の調査研究に取り組んでいるが、本講演では、これらの中から、①PM_{2.5}粒子の測定法（TEOM）に関する技術開発、②有害大気汚染物質（VOC）の連続測定、③研究課題としてのオキシダント対策、④東京湾における水質平面濃度分布の変遷と特徴、について紹介する。

2 取り組み内容と成果

(1) PM_{2.5}粒子の測定法（TEOM）に関する技術開発

PM_{2.5}粒子とは、SPMのうち、直径が2.5μm以下の微小な粒子のことで、肺内部に沈着する割合が高く健康への影響が大きいとされており、主な発生源の一つとしてディーゼル自動車が挙げられる。PM_{2.5}はフィルターで捕集して重さを測定するが、その測定法としては、フィルターの重さの変化を固有振動数の変化で測定するTEOMが最も有望な方法である。しかし、湿度の影響を除去する際、検出部を加熱するため、揮発成分が失われるという問題があった。当研究所では、粒子と水蒸気の拡散係数の違いを利用して気流中の水分だけを除去する除湿器を開発し、半揮発性成分を含めた測定を可能にした。

(2) 有害大気汚染物質（VOC）の連続測定

VOCについては、大気汚染防止法に基づき、環境モニタリングが行われている。しかしながら、現在の測定法は、現場で試料（大気）を採取し、持ち帰り分析するため、操作が煩雑で、ある程度の熟練

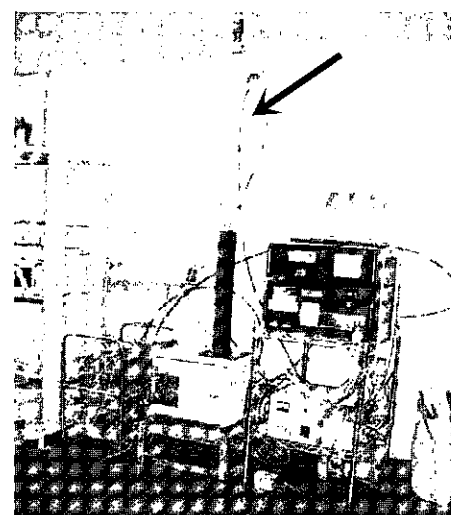


図1 拡散除湿器の外観（矢印）

を要するとともに、コスト等の関係で測定頻度を増やせないという問題点がある。

このため、当研究所では行政と連携し、国環研と共同して、連続VOC計（GC/MS法）を用いて、装置の精度管理、データの確定と管理システムの構築等を行ってきた。この結果、多くの項目で、現行測定法と相関性が高いことが判明するとともに、VOCの発生源の相違により時間・曜日変動の状況が異なること等が明らかになってきた。

(3) 研究課題としてのオキシダント対策

オキシダントは、窒素酸化物や非メタン炭化水素などが、大気中で紫外線を受け、反応して生成する酸化性物質の総称である。オキシダント濃度は、原因物質である窒素酸化物濃度や非メタン炭化水素濃度が減少傾向にあるにも関わらず、近年増加しており、注意報発令日数も減っていない。

当研究所では、行政と共同して、次年度から光化学オキシダント対策に関する研究を予定している。研究方法としては、①非メタン炭化水素成分の把握（排出成分の変化、揮発成分の変化等）、②気象要因の解析、③広域的な濃度の傾向、等を解析し、濃度が低下しない原因を調査し、対策を検討する予定である。

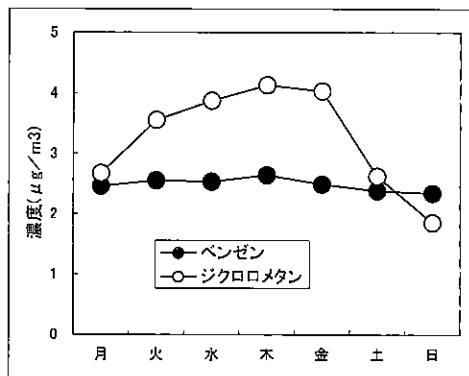


図2 ベンゼン、ジクロロメタンの曜日変動（一般測定局）

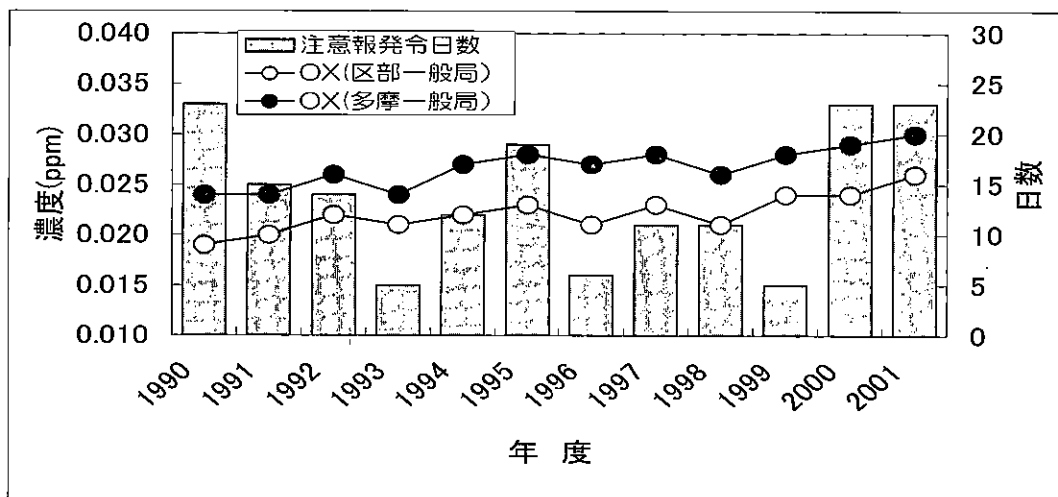


図3 オキシダント濃度と注意報発令日数の推移

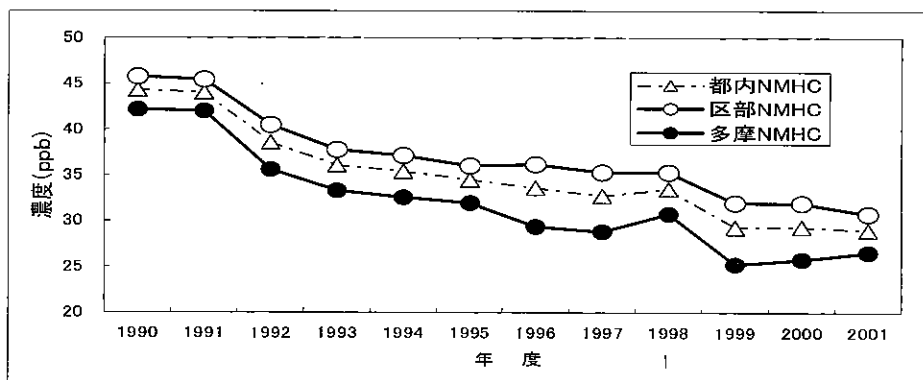


図4 非メタン炭化水素濃度の推移

(4) 東京湾における水質平面濃度分布の変遷と特徴

東京都内湾の富栄養化に伴う水質汚濁の改善策を検討・評価するためには、東京湾全域の水質汚濁状況を一体として把握することが必要である。このため、当研究所では、国や湾岸自治体の研究機関と共同で、東京湾全域で定期的な実施されている水質モニタリングデータの有効性に着目し、データベース化し、水質汚濁状況の解析を行ってきた。

その一環として、水質測定データに統計的な手法を適用することにより、調査日のズレ等の影響をなくし、東京湾全域の水質の時間空間的な変動傾向の特徴を明らかにする方法を開発した。その結果、水質の長期的な変遷と季節変化、空間分布の特徴などをカラー画像で可視化するとともに、湾内水面積に対する環境基準達成割合の把握も可能にした。

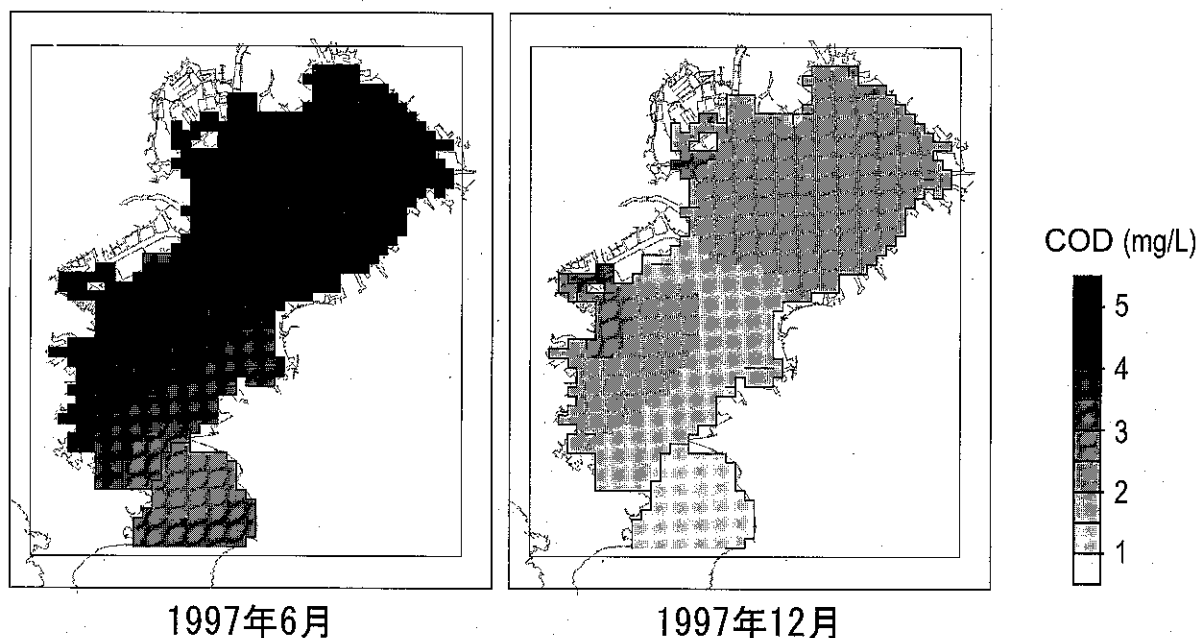


図5 東京湾表層におけるCOD平面濃度分布

3 今後の取り組みの方向性

今後、当研究所が取り組むべき研究課題は、研究の背景で述べたように、都市環境問題の多様化・複雑化に伴い、都市工学、気象学、統計学、疫学等、多方面からのアプローチが必要になると考える。したがって、これらの研究課題への取り組みにあたっては、研究計画の段階から、行政部門との連携を密にするとともに、東京都内部の研究機関は勿論、国、大学、民間等、外部の研究機関などとも協力して、研究を進めていくことが重要となる。

* 「東京の都市環境問題」は、「公開研究発表会」の配布資料を、当日の発表内容に基づき修正しています。

東京の川、有害化学物質はどこに

—ノニルフェノールや金属類の分布状況—

基盤研究部 山崎正夫

1 はじめに

環境中の有害化学物質は、近年大きな関心事となっている。なかでも環境ホルモン物質については、我が国において平成8年から9年にかけて急激に注目を浴びてきた。演者らは、平成9年度まで継続して調査してきた非イオン界面活性剤の一種であるノニルフェノールエトキシレート（NPE）の分解生成物の一つが内分泌かく乱作用を持つといわれるノニルフェノール（NP）であったことから、平成10～11年度にNPEとNPの同時測定法について検討し、都内河川の環境基準点等約40地点を対象に現況を明らかにした。また、濃度が低く、都内河川における分布状況が知られていなかった要監視項目金属類についても調査したので合わせて報告する。

2 調査方法

(1) 調査地点

河川水試料の採取地点は、多摩川水系、荒川水系など、合計40地点であった（図1参照）。

(2) 分析方法

NP及びNPEの測定は、固相抽出-高速液体クロマトグラフィー（HPLC）法を用いた同時測定法により行った。

金属類については、試料をろ過後、高純度硝酸を添加して誘導結合プラズマ質量分析装置（ICP-MS）に導入し濃度を測定した。

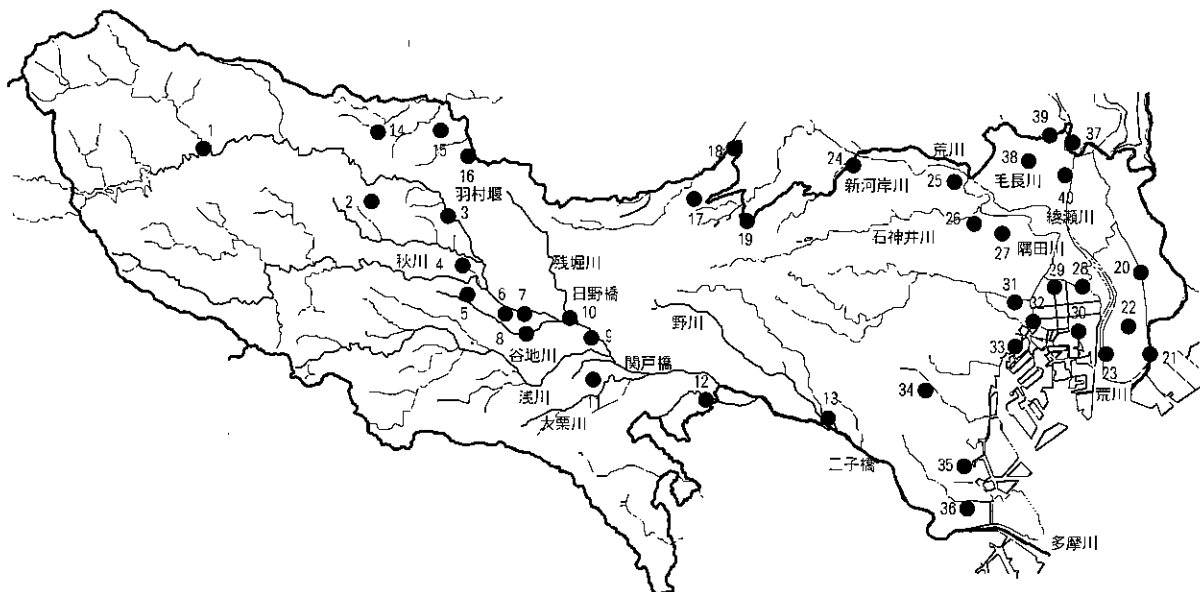


図1 河川水試料の採取地点（ノニルフェノール調査）

3 結果と考察

(1) 都内河川におけるNPE、NP等の分布状況

結果を表1に示す。NPは、綾瀬川では1~2 μg/L、その支川の毛長川と伝右川では3~13 μg/L、そして旧中川において3.7 μg/Lが検出されたが、それ以外の地点では平成14年に環境省により設定された予測無影響濃度0.6 μg/Lを下回る低い濃度であった。一方NPEは、半数の地点で1.0 μg/L未満であったが、綾瀬川水系の河川では15~90 μg/Lの濃度が認められた。その他、目黒川、呑川、立会川、空堀川で、それぞれ、73、15、9.8、9.4 μg/Lと高い値を示したが、このうち前3者は、後の調査により前日までの雨の影響によるものと推定された。

表1には一般家庭でもよく使用される陰イオン界面活性剤の直鎖アルキルベンゼンスルホン酸塩(LAS)の濃度も示したが、綾瀬川水系の河川水中の濃度がかかなり高いことがわかる。この事実は、綾瀬川水系には未処理の排水がかかなり流入していることを示すものである。

(2) EO鎖長別NPEの測定結果

都内河川でしばしば検出されるNPEは、図2に示したように、好気的環境中でEO鎖長が短くなりながら分解していきノニルフェノールモノエトキシレート(NPE)となり、嫌気的条件のもとでさらに変化しNPに至るといわれている。そこで、EO鎖長別に測定できる条件を検討し、NPEが高濃度で検出された綾瀬川水系の河川水について測定を行った。なお、この測定を行った試料は、固相抽出によって得られたメタノール抽出液に対して、イオン性の夾雑物を除去するために予めイオン交換処理を行ったものである。

綾瀬川及び毛長川の河川水試料には、EO鎖長1~4の成分が主成分として含まれており、全体の約85%を占めた。この結果はNPEの好气的分解が水環境中において起きていることを示すものと考えられた。一方、伝右川の試料ではこれらとは異なり、EO鎖長1~10の成分はほぼ平均して含まれていた。この結果はこの地点の近傍に排出源があり、十分に分解の進んでいないNPEが検出されたためと推測された。

表1 都内河川における界面活性剤とNPの測定結果

採取地点	採取月日年	NP	NPE	LAS
		μg/L	μg/L	μg/L
1 日原川(氷川橋)	H10.10.14	<0.1	0.2	1.7
2 多摩川(和田橋)	H10.10.14	<0.1	0.2	1.1
3 多摩川(羽村堰)	H10.10.14	<0.1	0.2	1.0
4 平井川(多西橋)	H10.10.14	<0.1	.2	4.0
5 秋川(東秋川橋)	H10.10.14	<0.1	0.2	1.6
6 多摩川(日野用水堰)	H10.8.27	<0.1	0.5	0.5
7 T処理場排水樋管	H10.8.27	0.4	2.3	2.2
8 H処理場排水樋管	H10.8.27	0.4	<0.1	1.8
9 多摩川(日野橋)	H10.8.27	0.1	1.0	15
10 残堀川(立川橋)	H10.10.15	0.1	0.4	3.0
11 程久保川(多摩川橋)	H10.10.15	0.1	1.6	54
12 三沢川(天神橋)	H10.10.15	0.1	0.9	39
13 仙川(鎌田橋)	H10.10.15	0.1	0.9	9.7
14 成木川(落合橋)	H10.10.16	<0.1	0.4	30
15 黒沢川(落合橋)	H10.10.16	<0.1	0.3	20
16 霞川(金子橋)	H10.10.16	<0.1	1.8	13
17 空堀川(梅板橋)	H10.10.16	0.2	9.4	32
18 柳瀬川(清柳橋)	H10.10.16	<0.1	1.7	23
19 黒目川(神宝大橋)	H10.10.16	<0.1	1.4	44
20 新中川(小岩大橋)	H10.10.6	<0.1	0.1	1.3
21 旧江戸川(浦安橋)	H10.10.6	<0.1	0.2	12
22 新川(新川橋)	H10.10.6	<0.1	0.1	1.6
23 中川(葛飾橋)	H10.10.6	0.5	1.2	23
24 白子川(落合橋)	H10.10.9	0.2	3.4	35
25 新河岸川(志茂橋)	H10.10.9	0.3	3.8	30
26 石神井橋(豊石橋)	H10.10.9	0.2	1.8	22
27 隅田川(小台橋)	H10.10.9	0.4	2.7	16
28 旧中川(中平井橋)	H10.10.9	3.7	<0.1	5.5
29 北十間川(京成橋)	H10.10.9	0.5	1.0	4.3
30 小名木川(新開橋)	H10.10.9	0.3	1.0	4.3
31 神田川(柳橋)	H10.10.9	0.3	2.0	11
32 隅田川(両国橋)	H10.10.9	0.6	1.3	6.2
33 日本橋川(西河岸橋)	H10.10.9	0.2	3.2	13
34 目黒川(太鼓橋)	H10.10.8	<0.1	73	770
35 立会川(立会川橋)	H10.10.8	0.6	9.8	150
36 呑川(夫婦橋)	H10.10.8	0.2	15	180
37 綾瀬川(桑袋大橋)	H11.6.18	1.3	16	230
	H11.9.9	1.8	15	54
	H11.12.7	1.3	38	870
38 毛長川(水神橋)	H11.6.18	4.6	28	2800
	H11.9.9	2.7	51	840
	H11.12.7	13	44	3000
39 伝右川(伝右大橋)	H11.6.18	3.4	88	780
	H11.9.9	3.5	33	180
	H11.12.7	<0.1	29	1100
40 綾瀬川(内匠橋)	H11.9.9	1.1	7.4	24
	H11.12.7	2.0	48	900

(3) 都内河川における要監視項目金属類の濃度分布

要監視項目金属類は、大部分の地点において指針値よりも低濃度であった。しかし、いくつかの感潮河川や下水処理場からの処理排水には、その他の地点よりも比較的高い濃度で要監視項目金属類が含まれていた。このうちニッケル(Ni)とアンチモン(Sb)については、一部の河川において指針値超過が認められた。Niの分布状況を図3に示す。具体的な濃度範囲は、以下のようであった。

- Ni : 0.3~32 μg/L (指針値 : 10 μg/L)
- Sb : 0.1~3.1 μg/L (指針値 : 2 μg/L)
- ホウ素(B) : 10~200 μg/L (指針値 : 200 μg/L)
- モリブデン(Mo) : 0.2~30 μg/L (指針値 : 70 μg/L)

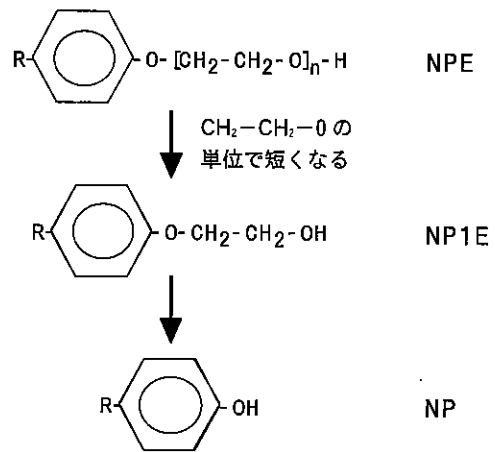


図2 NPEの分解過程の概略(R=C₉H₁₉-)

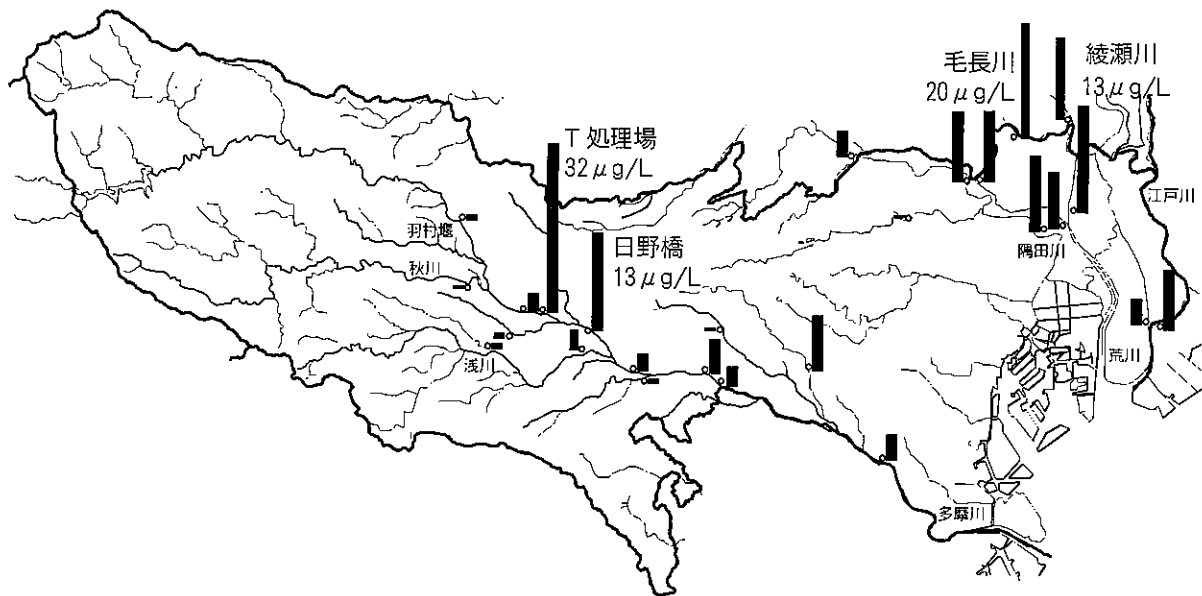


図3 都内河川におけるNiの分布状況

用語説明

固相抽出法

小型の吸着剤カラムに試料水を通じ、微量の有機成分を集める手法

要監視項目

人の健康の保護に関連する物質ではあるが、直ちに環境基準項目とはせず、引き続き知見の集積に努めるべき物質

ICP-MS (誘導結合プラズマ-質量分析装置)

超高感度の多元素同時分析装置

環境ホルモンを測る

－女性ホルモンと化学物質－

分析研究部 嶋津暉之

1 はじめに

ホルモンは個体発生、細胞の増殖・分化、性の分化と行動、神経情報伝達の制御などの重要な生理機能を司っている。そのため、環境ホルモン（内分泌かく乱化学物質）によるホルモン作用のかく乱は、野生生物等に様々な影響を及ぼすことが懸念されている。なかでも、性ホルモン作用のかく乱、生殖機能への影響は、種の保存に関わる問題である。河川水には女性ホルモンの様に作用する人工化学物質(女性ホルモン様物質)が幾種類もあり、それらの女性ホルモン様作用によって、オスの生殖機能が影響を受けた事例が各地で報告されている。ただし、河川に生息する魚類などの生物に及ぼす影響を把握するためには、人畜から排出され、河川に流入している天然女性ホルモンや避妊薬の合成女性ホルモンも合わせて総合的な評価を行う必要がある。

本研究所では、3年前から多摩川を対象として、ホルモン様作用が疑われる化学物質だけでなく、女性ホルモンも含めた女性ホルモン作用強度の測定に取り組み、魚類への影響とその対策を検討してきた。その結果を報告する。

2 女性ホルモン作用強度の測定法

生物体内における女性ホルモン(エストロジェン)の作用機構とは、女性ホルモンがその受容体(レセプター)に結合して、遺伝子を活性化させ、必要なタンパク質(例えば、卵黄タンパク質)を合成するよう指令を出すことにある。そこで、遺伝子組み換え技術を使ってこの作用機構を再現する下記の測定方法を用いて、女性ホルモン作用強度を検討した。

- (1) バインディングアッセイ法(女性ホルモンのレセプターへの結合度測定法)
- (2) 遺伝子組み換え酵母法(英国 Brunel 大学の酵母法)
- (3) 遺伝子組み換え酵母法(大阪大学のツーハイブリッド酵母法)
- (4) ヒト乳ガン細胞法(MV LN法)

四種類の測定法を用いて河川水等の女性ホルモン作用強度を測定した結果、(2)の酵母法が女性ホルモン様物質以外の物質の妨害などが最も少なかった。そこで、この酵母法を用いて、河川水並びに人工化学物質、女性ホルモン等の作用強度を評価することにした。

3 女性ホルモンと人工化学物質の女性ホルモン作用強度

女性ホルモンおよび人工化学物質の女性ホルモン作用強度を(2)の酵母法で測定した結果を表1に示す。三種類の天然女性ホルモンはその形態によって作用強度が大きく異なった。また、経口避妊薬ピルの主成分であるエチニルエストラジオールの作用強度は、エストラジオールと同程度であった。これに対して、ビスフェノールA等の人工化学物質の作用強度は、同じ濃度であれば、エストラジオールの5千分の1以下であり、きわめて小さいことがわかった。

表1 各物質の女性ホルモン作用強度 (Brunel大学の酵母法)

天然女性ホルモン			合成女性ホルモン	人工化学物質			
17β-エストラジオール	エストロン	エストリオール	17β-エチニルエストラジオール	ビスフェノールA	ノルフェノール	4-tert-オクチルフェノール	フタル酸ジ-2-エチルヘキシル
1	0.27	0.0045	1.1	0.00006	0.0002	0.00001	0.00000

(17β-エストラジオールの強度を1とした場合の値を示す。)

図1は多摩川の水質測定値に、表1の作用強度を乗じて、河川水中における個々の物質の作用強度を求めたものである。人工化学物質は女性ホルモンに比して河川水中の濃度が二桁以上高いことがあるが、作用強度としては女性ホルモンの数十分の一以下であった。水環境は様々な化学物質で汚染されていることから、人工化学物質による作用強度の高い河川が存在する可能性はあるが、多摩川における雄の魚類の生殖異常は、人工化学物質よりも下水処理場等から排出される女性ホルモンによって引き起こされたと考えられる。

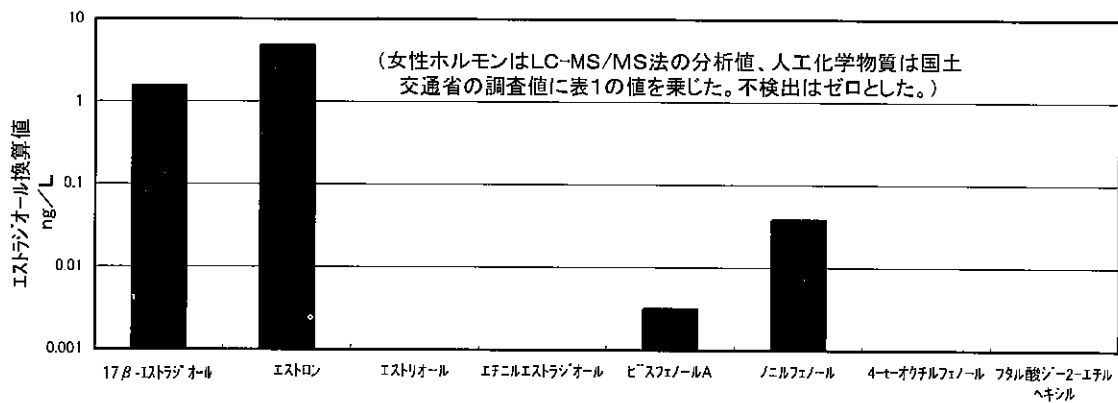


図1 河川水中の女性ホルモンおよび人工化学物質の女性ホルモン作用強度(多摩川・多摩川原橋)

4 河川水の作用強度の測定

多摩川の稲城大橋から田園調布堰までの6地点において、女性ホルモン作用強度を酵母法で、天然女性ホルモンの成分をELISA法とLC-MS/MS法(用語説明参照)で測定した結果を図2に示す。酵母法による総合作用強度は、ELISA法とLC-MS/MS法で得られた女性ホルモンの作用強度に近い値であり、女性ホルモン総合作用強度の大半は女性ホルモンで説明されることを示している。

同図を見ると、下水処理場放流水の流入で河川水の女性ホルモン作用強度は3~4倍に上昇するけ

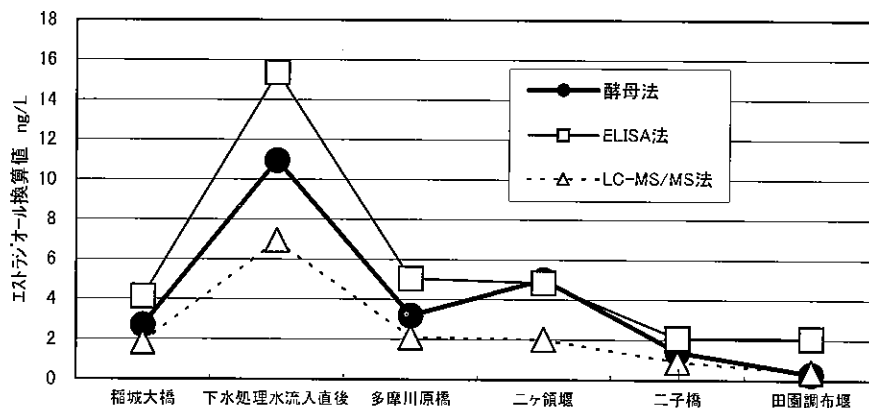


図2 多摩川の女性ホルモン作用強度(2000年5月)

れども、その後、流下とともにすみやかに低下している。このことから、女性ホルモン作用強度を持つ物質のほとんどは下水処理場からの排出によるものであること、しかし、その影響で濃度が大きく上昇する範囲は比較的短い距離に限られると考えられる。

5 今後の課題

多摩川的环境ホルモン問題については、人工化学物質よりも、女性ホルモンの寄与が大きいことが分かった。雄魚の精巣異常に対する女性ホルモンの作用の仕組み、河川における女性ホルモン濃度の変化の機構、下水処理場における女性ホルモン除去率向上の方法など、明らかにすべき研究課題がいくつか残されている。今後もこれらの課題に取り組んでいきたい。

用語説明

内分泌かく乱化学物質

環境省の環境ホルモン戦略計画S P E E D'98によれば、「動物の生体内に取り込まれた場合に、本来、その生体内で営まれる正常なホルモン作用に影響を与える外因性の物質」と定義されているもので、日本では通称として環境ホルモンといわれている。

女性ホルモン

女性ホルモンは女性の生殖器官の発育を促進する卵胞ホルモン（エストロゲン）と妊娠に関係する黄体ホルモン（プロゲステロン）があるが、一般には、前者のエストロゲンを意味することが多い。エストロゲンはエストラジオール、エストロン、エストリオールの三つがある。

女性ホルモン作用強度

人工化学物質や天然女性ホルモンを含む河川水等が、女性ホルモン（エストロゲン）として作用する強さをいう。天然女性ホルモンの中で最強の強度を持つ17β-エストラジオールの換算濃度で表示する。

遺伝子組み換え酵母法

女性ホルモン作用強度を測定する方法である。遺伝子組み換え技術によって酵母内に女性ホルモンの作用機構をつくり、女性ホルモンや女性ホルモン様物質によって合成されたタンパク質の量を発色度で測定する。

ELISA法

抗原抗体反応を利用した酵素免疫法のことで、エストラジオール等の測定に使用される。抗原（エストラジオール等）と特異的に結合するタンパク質（抗体）を支持体（マイクロプレート）に塗布しておき、抗体に結合した抗原の量を酵素反応により発色させて測定する。

LC-MS/MS法

液体クロマトグラフ・タンデム型質量分析装置を用いてエストラジオール等を分析する方法である。高速液体クロマトグラフ（LC）と2段の質量分析計（MS）を結合させたもので、定性性、定量性に優れている。

家庭用焼却炉からのダイオキシン類

応用研究部 辰市祐久

1 はじめに

我が国におけるダイオキシン類の発生の主な要因は、一般廃棄物焼却、産業廃棄物焼却によるものと推定されていた。平成12年1月にダイオキシン類対策特別措置法が施行され、廃棄物焼却炉からの排ガス濃度が規制されたため、最近の都市ごみ焼却炉では、排ガスを200℃以下に冷却し、バグフィルターを用いることによって、ダイオキシン類の排出を抑制することが多い。しかし、小型の家庭用焼却炉では、完全燃焼しにくく、排ガス処理装置が設置されていないため、ダイオキシン類生成の可能性が高いと推定されていた。そのため、家庭用焼却炉を用いて各種の焼却対象物を焼却して排ガス中のダイオキシン類濃度を調査し、そこからダイオキシン類発生の原単位を計算した。

2 調査方法

(1) 家庭用焼却炉

焼却実験はステンレス製で円筒形の炉内容積80Lの一般家庭用焼却炉を用い、排ガスの採取は煙突から行った。焼却物の投入は、焼却対象物の適当量を上部より投入し、焼却対象物が燃え切らない内に、次の焼却対象物を投入した。焼却操作と排ガス測定は3～5時間連続して行った。

(2) 焼却対象物

焼却実験で設定した焼却対象物を表1に示した。焼却実験は排ガスの測定値にバラツキが多いことを考慮して、同じ焼却対象物で2回以上実施した。

表1 焼却対象物

種類	焼却対象物
紙類	再生紙(雑誌)、コート紙、広告紙
枯れ葉	寒ツバキ(枝付き)、ケヤキ、スダジイ、シラカシ
木材	ベニヤ板(市販品)、材木(径3×4×40cmの杉角材)
プラスチック	材木に0.1%、0.5%、2.0%、5.0%の塩化ビニルを添加

3 結果及び考察

(1) 燃焼温度と排ガス組成

炉内の燃焼温度は、燃焼が持続するように焼却物を投入していたため、焼却炉直上の平均値で400～600℃を示していた。排ガス中の酸素濃度は、どの焼却物も5～10%程度であったが、一酸化炭素の平均濃度(酸素12%換算)は、材木、広告紙で0.1%以下と良く燃焼していたが、他の焼却物では0.2～1.3%と不完全燃焼の状態を示していた。

材木に塩化ビニルを添加した場合は、図1に示すように、燃焼温度は、殆どが500℃を超える高い値であった。酸素濃度は塩化ビニル混入率が増すと低下し、最も低い場合で5%程度であり、一酸化炭素の平均濃度は高く不完全燃焼の状態を示していた。なお、図1の一酸化炭素濃度の変動は、焼却物投入時に燃焼が不完全となり濃度が急上昇し、炎を出して燃焼が始まると急減するパターンを示している。

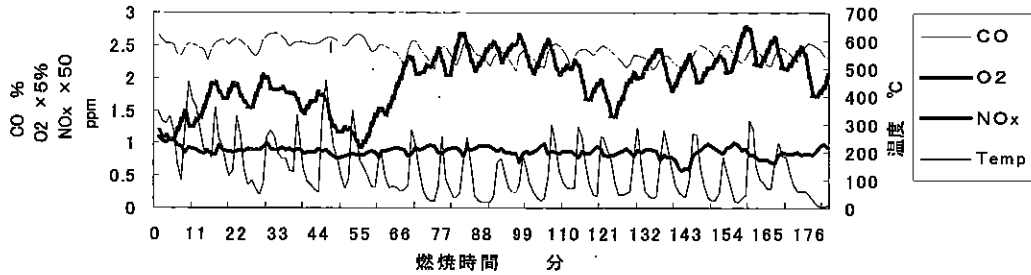


図1 排出ガスとガス温度の経時変化(材木に塩化ビニル0.5%を添加)

(2) ダイオキシン類の分析結果

図2に各焼却対象物の排ガス中の全ダイオキシン類濃度を示した。

排ガス中のダイオキシン類濃度は酸素12%換算において、材木、ベニヤ板では1.3ng-TEQ/m³_N以下であり、紙類については、0.85~4.4ng-TEQ/m³_Nを示した。寒ツバキ、スタジイ、シラカシの葉は、1.2~2.1 ng-TEQ/m³_Nあったが、ケヤキの葉からは8~26ng-TEQ/m³_N検出された。焼却灰中のダイオキシン類濃度は、材木、広告紙では1 pg-TEQ/g以下であり、葉(ケヤキ、スタジイ、シラカシ)は1.2~11pg-TEQ/gであった。

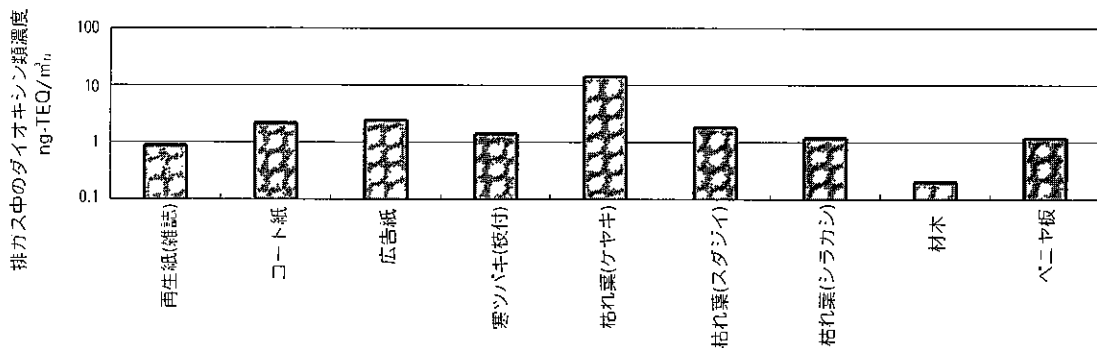


図2 焼却物別のダイオキシン類濃度

(3) 塩化ビニル混入率と排ガス中のダイオキシン類濃度との関係

材木に塩化ビニルを添加した場合の排ガス中のダイオキシン類濃度の変化を図3に示した。塩化ビニル混入率の増加に伴いダイオキシン濃度が比例して増加しており、0.5%で100ng-TEQ/m³_N、5%で1000 ng-TEQ/m³_N程度になる。

(4) ダイオキシン類発生量の原単位

焼却対象物ごとのダイオキシン類発生量の原単位を全排ガス量、ダイオキシン類濃度と焼却物重量から算出した。この結果を焼却対象物1gあたりのダイオキシン発生量の原単位として表2に示す。表2から分かるように、塩化ビニルの原単位が他の焼却対象物に比べて圧倒的に高く、少量の塩化ビニルが混入しても排ガス中のダイオキシン類濃度が増加することになる。

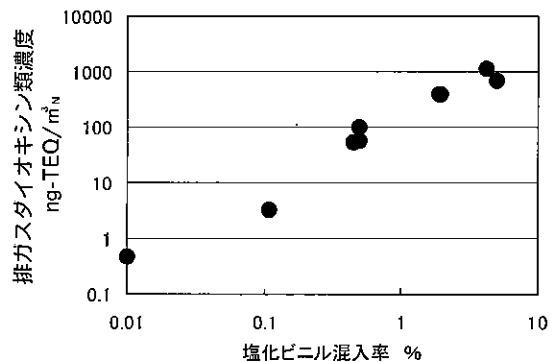


図3 塩ビの混入率と排気ガス中のダイオキシン類濃度

表2 ダイオキシン類発生量の原単位

焼却対象物	排ガス(ng-TEQ/g)
広告紙	0.017
材木	0.0019
ケヤキの枯れ葉	0.17
スタジイの枯れ葉	0.015
シラカシの枯れ葉	0.0074
塩化ビニル	140

持続可能な社会のために

— 廃棄物の発生抑制を目指して —

応用研究部 及川 智

1 はじめに

平成 12 年に制定された循環型社会基本法では、循環型社会形成のための方法として、①廃棄物の発生抑制、②循環資源の循環的利用の促進、③循環的利用が行われない循環資源の適正処分の確保、の3つが挙げられている。これに基づいて、家電リサイクル法、建設リサイクル法などの循環的利用の促進のための制度が制定された。しかし、持続可能な社会を実現するために最優先されるべき廃棄物の発生抑制については、循環資源の循環的利用による廃棄物排出の減量というアプローチはあるが、廃棄物の発生を抑制する点については明確なアプローチが見られないのが現状である。ここでは、研究所での廃棄物の発生抑制に関するこれまでの研究成果をとりまとめて報告する。

2 発生抑制の検討対象

廃棄物が発生するプロセスは、購入した製品等が使用された後に不要物となり、再使用や再利用が可能なものが回収され、残りが廃棄物として排出されるという流れになっている。製品等が使用される期間はその種類によって大きく異なっているため、ここでは、長期間にわたって使用される「耐久財」と使用期間が短期間である「非耐久財」とに区分して、発生抑制に関する検討を行った。

3 非耐久財からの廃棄物の発生抑制

代表的な非耐久財としては、食料品・新聞・用紙類・容器などが挙げられる。それらは粗大ごみ以外の一般廃棄物（ごみ）として排出される。東京 23 区の粗大ごみを除いたごみ量は、図 1 に示すとおり平成元年度をピークとして減少している。しかし、23 区内では小規模事業所からのごみを家庭ごみと一緒に収集しているため、家庭ごみと事業系ごみのどちらが減少しているかは、詳細な調査を実施しなければ分からない。

家庭ごみ・事業系ごみの発生量を簡易に把握できる手法について検討し、その結果、23 区ごとのごみ収集量・資源回収量と人口・従業員数をもとにした重回帰分析によって、家庭ごみと事業系ごみの発生量を 5%~20%の誤差範囲で推計出来ることを示した。家庭ごみ・事業系ごみ発生量の推計結果（図 2）から、23 区のごみの減少は事業系ごみの減少が主因であり、逆に家庭ごみは平成 10 年まで一貫して増加していることを明らかにした。事

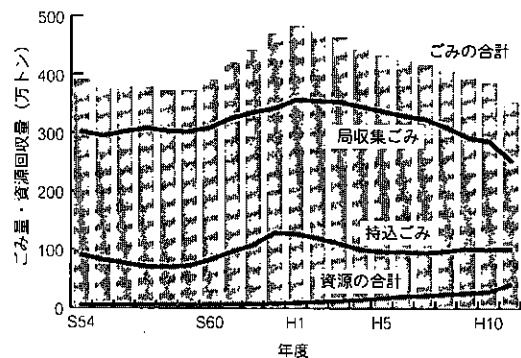


図 1 東京23区のごみ量と資源回収量の推移

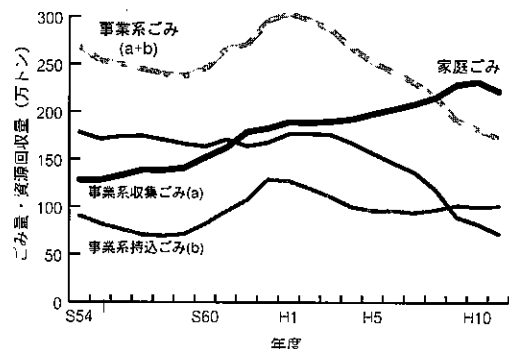


図 2 東京23区の家ごみ・事業系ごみ発生量の推計結果

業系ごみの減少率について、廃棄物処理手数料の推移との比較から（図3）、景気の減速だけでなくごみ処理手数料の引き上げが、事業系ごみの減少につながっていると考えられる。

消費財は使用期間が短く、その発生抑制のためには、購入量・使用量そのものを減らす必要がある。特に、23区では家庭ごみの減量が進んでいない。家庭ごみの発生抑制を進めるためには、事業系ごみで有効であったごみ収集の有料化も選択肢として考えられる。

4 耐久財からの廃棄物の発生抑制

代表的な耐久財としては、家電、自動車、家具、建築物・土木構造物などが挙げられる。これら耐久財は購入後数年から数十年使用された後に廃棄されるが、使用年数は製品の種類によって大きく異っている（図4：粗大ごみとして排出されたパソコンとテレビの使用年数の調査結果参照）。これら耐久財からの廃棄物の発生抑制のためには、使用年数の長期化（長寿命化）が必要となる。特に、建築物の解体時に発生する廃棄物は量が多く（表1：解体廃棄物発生量の調査結果）、そして産業廃棄物の最終処分量の多くを占めているため、建築物の長寿命化は重要な課題となっている。

我々は現在、建築物の長寿命化による廃棄物の発生抑制効果の調査を行っている。調査を進める中で、固定資産税課税台帳から調査した東京23区の平成12年度における建築物の寿命が、既存調査の昭和62・平成2年度の寿命に比較して10年から15年程度長くなっていることが判明した（表2）。この結果をもとにした解体床面積の推計結果（図5）から、建築物の長寿命化による廃棄物の明らかな発生抑制効果を見ることが出来る。

5 おわりに

持続可能な社会のためには、廃棄物の発生抑制が重要である。家庭ごみの発生抑制や建築物の長寿命化など、廃棄物の発生抑制は制度的なバックアップとともに都民の協力が非常に重要になる。

廃棄物処理手数料（1kgあたり円）

	S57.7	S61.7	H2.10	H6.7	H8.12
特込	6	6.5	7	9.5	12.5
収集 10kg/日以上	15	17	19	22.5	28.5
収集 10kg/日未満	徴収せず				28.5

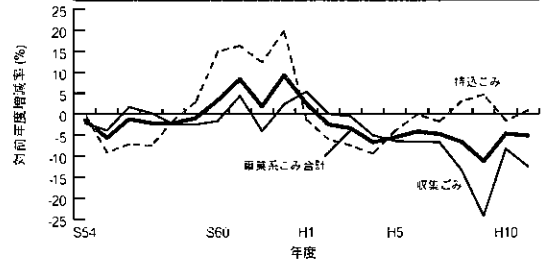


図3 事業系ごみ量の対前年度増減率と廃棄物手数料の比較

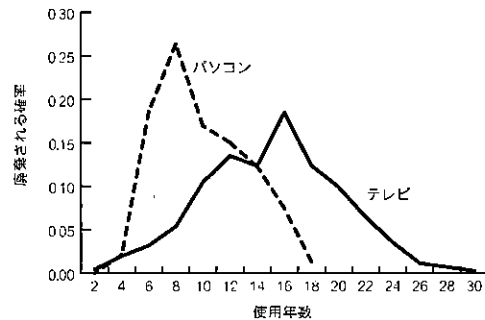


図4 パソコン、テレビの使用年数調査結果（平成12年、都区部）

表1 建築物の解体廃棄物の発生量

用途	構造	1m ² あたり発生量 (t)
住宅	木造	0.4
	鉄筋造	1.2
事務所	鉄骨鉄筋造	1.0

表2 建築物の寿命の比較

用途	構造	既存調査 (S62, H2)	H12 調査結果
専用住宅	木造	39.0	46.3
共同住宅	木造	33.1	42.8
	鉄筋造	52.6	42.9
事務所	鉄骨鉄筋造	38.5	54.3

※鉄筋造共同住宅の既存調査結果はデータ数が少ないために寿命が長くなっていると考えられる

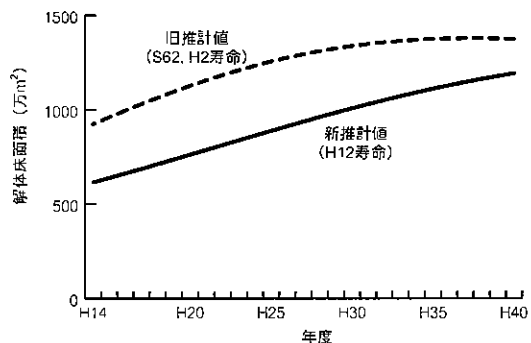


図5 平成12年寿命による解体床面積の推計結果（都区部）

用語説明

耐久財と非耐久財

耐久財とは、自動車・テレビ・機械類のように、物理的に耐久性があり、長期間にわたって効用をもたらしたり、収益を上げ続ける実物資産のことをいう（「経済学基本用語辞典」日経文庫より）。非耐久財は、耐久財とは逆に使用期間が短期間であるものを指す。本報告では便宜的に、耐久財を粗大ごみに排出されるものや建築物などとし、それら以外でごみ（一般廃棄物）として排出されるものを非耐久財としている。

家庭ごみ・事業系ごみ

排出者が家庭であるごみを家庭ごみ、事業所であるごみを事業系ごみと呼んでいる。東京23区でのごみ収集の区分では、1日に排出するごみが一定量を超えない小規模の事業者は、排出するごみをごみ集積所に排出することができる。そのため、23区では、自治体が収集するごみは家庭ごみと小規模事業者からのごみが混合したものとなっている。また、一定量以上のごみを排出する事業者は排出するごみを自らもしくは収集業者に委託して中間処理施設や最終処分場に持ち込まなくてはならない（この場合のごみを持込ごみという）。

ごみの発生量

ごみの発生量は、ごみとして収集された量と資源として回収された量の合計となる。しかし、行政が関与する資源回収や集団回収での回収量は把握されているが、民間ルートでの資源回収量は把握されていないため、本報告でのごみの発生量はごみ収集量と行政が関与する資源回収・集団回収量との合計である。

建築物の寿命

建築物の寿命として一般的に使用されているものは、①税法上の減価償却資産の耐用年数、②建築物の物理的・機能的耐用年数、③解体建築物統計から得られる解体建築物の平均使用年数、④経年別減失率から得られる人口学上の平均寿命に相当する年数、などが挙げられる。このうち、建築物の解体量の将来推計を行うために必要となるのは④であるため、本報告では寿命という言葉を用いている。この場合、建築物の経年別に1年間に解体された（減失した）建築物の割合を調査し、得られた経年別減失率の通りに新築の建築物が減失していった際に、その数が半減する年数が寿命（減失率50%年数）となる。図6では、新築の建築物がある経年後に残存している確率（残存率）の分布を示している。この場合、残存率が0.5になる年数が平均寿命となる。

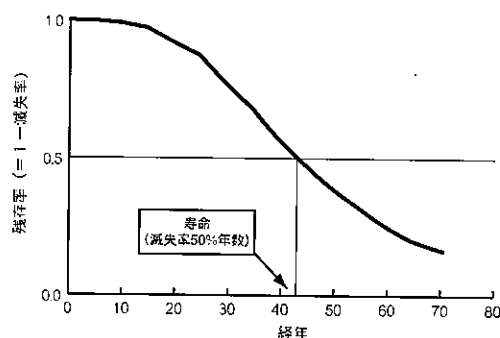
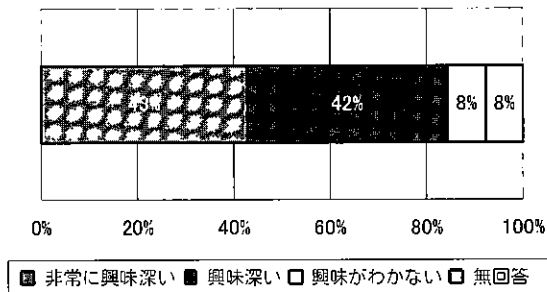


図6 平成12年における木造家屋の残存率の分布

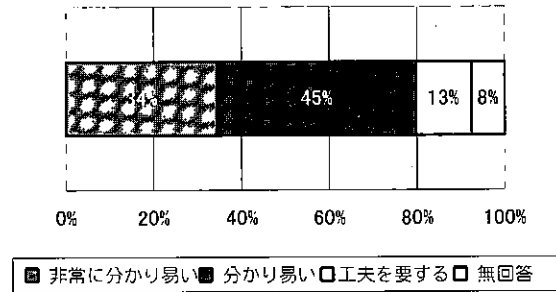
◆アンケート集計結果◆

当日会場でお願ひしましたアンケートは、ご来場 335 名中、229 名（回収率 68.4%）の方から、ご回答いただきました。その結果は、下記のとおりです。

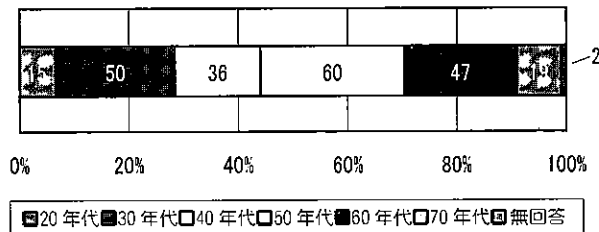
発表内容



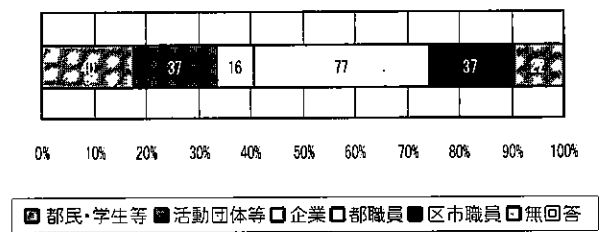
発表方法



年齢構成 (人)



職業構成 (人)



発表の内容については、「非常に興味深かった」と「興味深かった」を合わせると 85% でした。個々のご意見を拝見しますと、「研究者の仕事の内容がわかる機会になった」、「身近な環境問題の研究で飽きなかった」など、ある程度の評価はしていただいたようですが、「研究成果を政策にどう生かすのか述べてほしい」とのご意見がたくさん寄せられました。また、「当年度の研究テーマを中心に発表してほしい」、「レベルが低い」「あまりにも専門的」などのご指摘もありました。

発表の方法については、「プレゼンテーションが分かりやすい」、「各発表者の紹介で研究の背景が理解できた」との一方、「プレゼンテーション画像をもっと配布資料に掲載すべき」、「時間が少な過ぎる」、「聞こえにくい」、という内容が多くありました。

今後取り組むべき研究については、「電磁波・低周波音」、「光公害」、「ヒートアイランド現象」、「高層ビルの環境負荷」などの都市環境問題や「屋上緑化」、「化学肥料による環境破壊」、「ダイオキシンの食物連鎖と生物への影響」、「自然再生事業」など多岐にわたっています。

今回の貴重なご意見については、今後の研究活動の参考にさせていただきますとともに、次回の発表会では、ご意見を踏まえて発表テーマの選定、発表の方法、運営方法などを改善してまいります。ご協力ありがとうございました。