

東京都環境科学研究所

No.13

ニュース

ヒートアイランド現象の予測について

都内では、都市化の進展に伴う排熱量の増大、緑地の減少による水分蒸散量の減少、建築物の高層化・高密化や道路等のアスファルト化により蓄積した熱の放出等によりヒートアイランド現象が進行しています。ヒートアイランド現象は、研究所ニュースNo.2で解説しておりますが、都市の中心部の気温が周辺部に比べて高くなる現象で、気温の上昇の程度は最低気温で著しいことが分かっています。東京都環境科学研究所では、従来からヒートアイランド現象についてフィールド調査を重ね、ヒートアイランド現象の実態を把握するとともに、公園等の都市内緑地や河川等の水域が大きな気温低減化効果を持ち、その影響が周囲の市街地にまで及ぶことなどを明らかにしてきました。

今回、当研究所では、東京都として、ヒートアイランド現象の緩和を図っていく上で、今後どのような対策を行うべきか等の検討に役立てるための予測モデルを開発し、この予測モデルを用いて、各種対策の効果をケーススタディしたので報告します。

1 モデルの概要

東京都の気象は、東京湾地域の局地的気象要因から中部山岳を含む広い地域の気象要因にまで及ぶ、複合的気象要因から成り立っています。このため、今回の予測モデルは、1都8県を含む数百kmスケールにわたる広域的な地域を予測範囲とし、東京都地域については予測地点を細分化しています。

予測モデルは、大気運動方程式、地表における熱収支等から構成され、予測地点の気温、風向・風速、湿度を、鉛直方向を含め予測できるようになっています。この予測モデルを用いることにより、東京都におけるヒートアイランド現象を再現できます。

2 人工排熱量の状況

予測モデルの開発に当たっては、予測対象地域の人工排熱量がどのくらいあるかを知っておく必要があります。このため、1都8県の人工排熱量を、工場・事業所、住宅、自動車、及び航空機別に、各々のエネルギー消費原単位から推計しました。推計結果のうち、例として、東京都及びその周辺地域の夏季の排熱量分布を図1に示します。図1から分かるように、排熱量が25Gcal*/h以上と大きな地域が、都心部・東京湾臨海部にみられます。このような地域は、冬季には、工場・事業所、住宅のエネルギー消費量が多くなるため広がります。

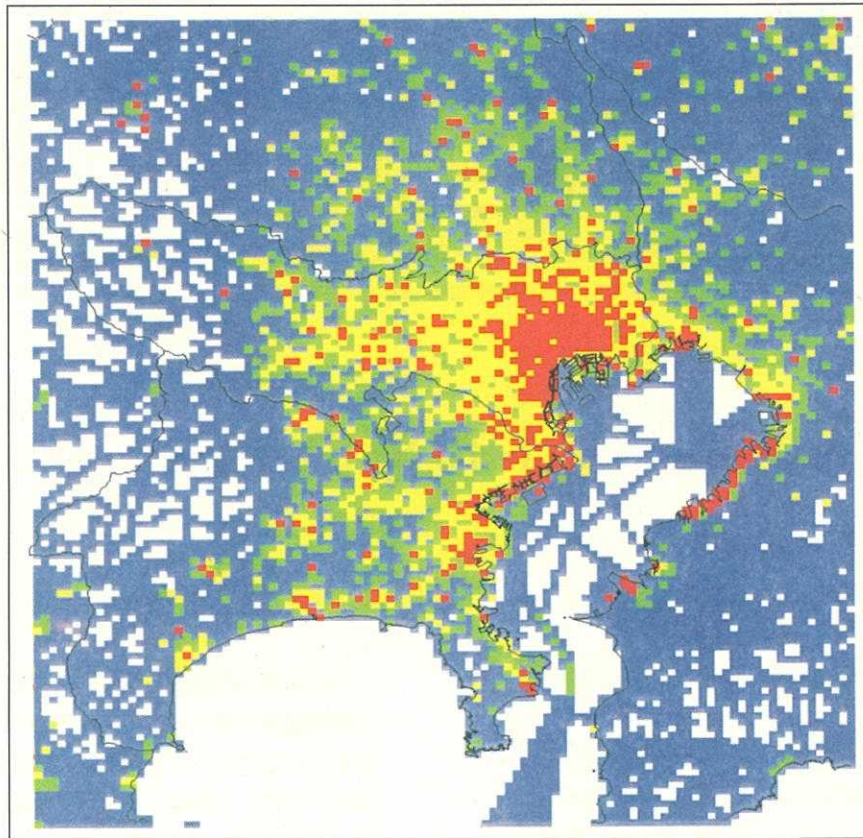
東京都における排熱量は、表1に示すとおり、年間約16.5万Tcal*であり、区部の排熱量はそのうち約70%を占めています。発生源別にみると、工場・事業所が一番多く約46%を占め、自動車と住宅が共に約27%と続いています。

* 熱量の単位

Tcal：テラカロリー（1兆カロリー）

Gcal：ギガカロリー（10億カロリー）

Mcal：メガカロリー（100万カロリー）



~ 5 Gcal/h
 5 ~ 10 Gcal/h
 10 ~ 25 Gcal/h
 25 Gcal/h ~

図1 排熱量分布 (1992年8月 正午)

表1 東京都における人工排熱量・排熱強度推計結果 (1992年度)

	排熱量 (Tcal/年)			排熱強度 (Mcal/m ² /年)		
	区部	市町村部	合計	区部	市町村部	合計
工場・事業所	50,590	24,350	74,940 (46)	81.5	21.0	42.1
住宅	30,000	13,800	43,800 (27)	48.3	11.9	24.6
運 { 自動車	32,750	11,780	44,520 (27)	54.8	10.2	25.7
輸 { 航空機	1,290		1,290 (1)			
計	114,630 (70)	49,930 (30)	164,550 (100)	184.6	43.0	92.4
〈備考〉 面積 (km ²)	621	1,160	1,781			

注1. 人工排熱強度：面積当りの人工排熱量
 2. 燃料使用量及び電気使用量の推計に基づく。
 3. 発電所は煙突排熱のみ計上。
 4. () 内は%

次に、人工排熱強度をみると、区部は、年間約185Mcal*/m²で、市部の4倍強です。これは、東京地域で年間に受け取る日射量約990Mcal/m²の5分の1に近い量であり、特に、都心3区では約358Mcal/m²と3分の1を超えております。気温などに及ぼす人工排熱の影響の大きさが分かります(図2参照)。

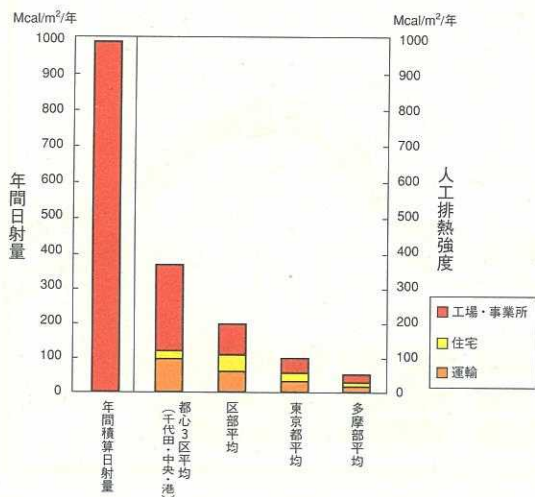


図2 東京都内の年間日射量及び人工排熱強度 (1992年度)

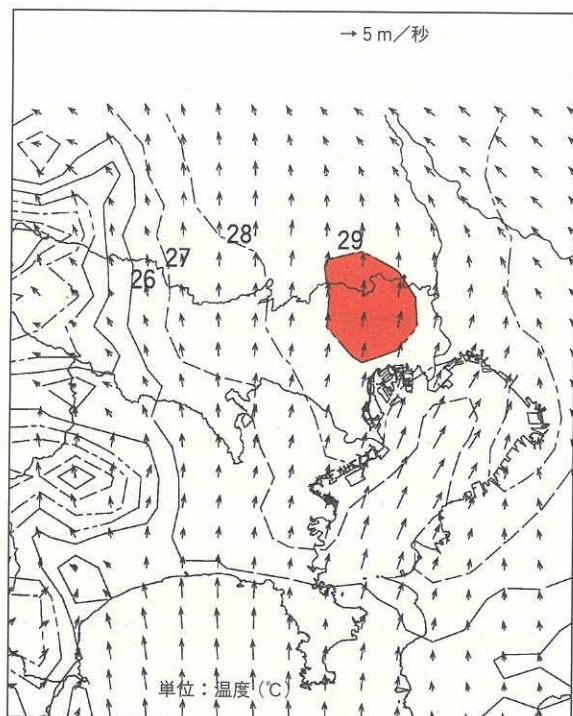
3 モデルの有効性の検討

予測モデルの確立のためには、計算値が実測値とよく合うかどうかを検討する必要があります。そこで、典型的なヒートアイランド現象日を選定し、現況と計算値の整合性を比較しました。

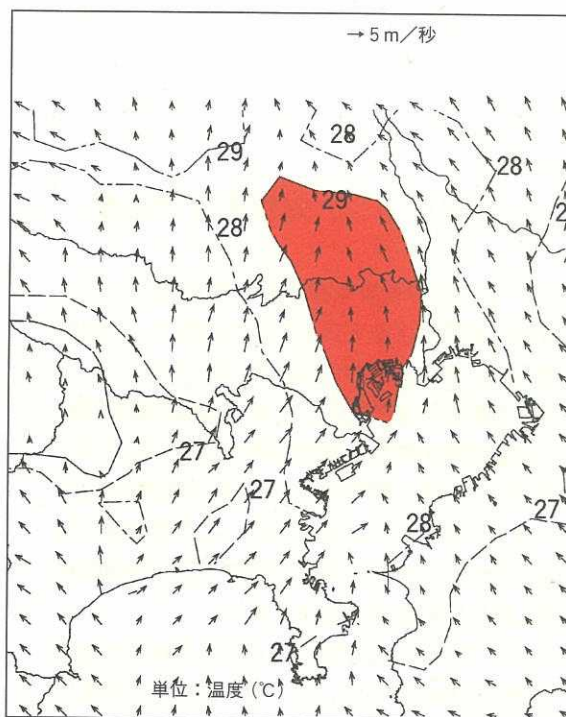
まず、当研究所で1992年8月～1993年7月に実施した「東京都及び周辺の100地点連続気温測定調査」の結果に基づき、気温、風向・風速、雲量等を検討の結果、各季節の代表日として、夏季は1992年8月31日～9月1日、冬季は1993年1月30日～31日、中間季は春季の1993年5月26日～27日を選定しました。

次に、予測モデルにより、それぞれの日の気温、風向・風速等を計算し、実測結果と比較しました。一例として、図3に地上気温と風向・風速、図4に東京(大手町)の24時間の気温変化について、予測値と実測値を示しますが、これらの図から分かるように総体としては比較的良好に合致しました。

検討の結果、開発した予測モデルは、ヒートアイランド現象を概ね再現できる実用的な気象モデルであるとの評価が得られました。



(予測値)



(実測値)

図3 地上気温と風向・風速の分布図 (1992年8月31日18時)

注) 予測結果と実測値の違いを分かりやすくするため、最高気温(29℃以上)の部分着色しました。

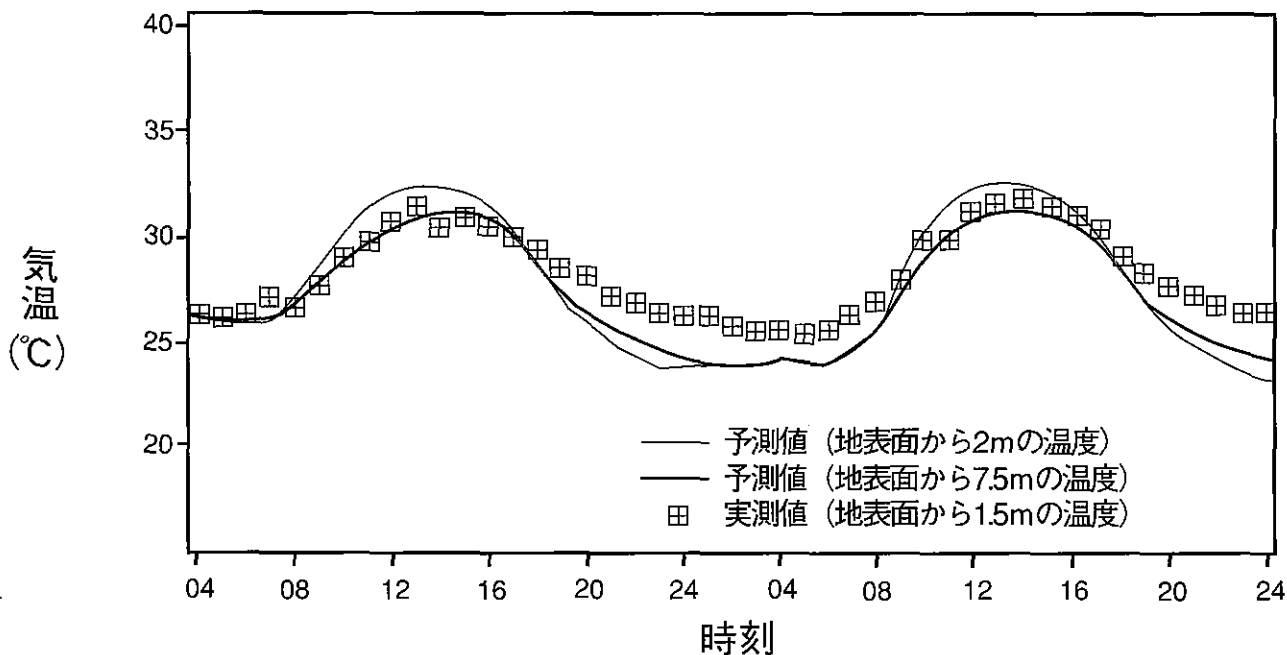


図4 東京（大手町）における気温の変化予測（1992年8月31日～9月1日）

4 ヒートアイランド対策とその効果

ヒートアイランド現象を緩和させる方法としては、①人工排熱の削減による大気加熱の抑制と、②水の蒸発散の増大による大気冷却促進があります。

人工排熱を削減する方法としては、建物の断熱強化、高効率な空調機器の導入、排熱の有効利用、新エネルギーの開発、自動車の燃費向上・利用の抑制等の省エネルギー対策が挙げられます。また、水の蒸発散の増大を図るためには、都市内緑地の整備や透水性舗装の実施、屋上緑化の促進等が有効です。

このため、次のような方法で、これらの対策を数値化し、予測モデルに基づき、ヒートアイランド現象の緩和効果を検討しました。

(1) 対策の設定

次の4ケースを設定しました。

① 省エネルギー対策の推進

環境保全局の調査によれば、長期的に強力な対策を講じた場合、2010年には1990年に対し、約6%エネルギー消費量が削減できるとのことから、削減率を6%と設定しました。

② 都市内緑化の推進

緑の倍增計画を踏まえ、公園面積が2倍になるとともに、建物用地の面積の7%が、新たに樹林地として成熟すると設定しました。

③ 透水性舗装の推進

透水性舗装については、都の計画等には、具体的な数値目標は掲げられていませんが、普及率として、道路面積の10%と20%の2ケースを設定しました。

④ 複合的な対策の推進

上記の3対策（透水性舗装：20%）を同時に実施するケースを設定しました。

(2) 気温の低減効果

夏季（8月31日～9月1日）についての予測結果を示します。

① 省エネルギー対策の推進

このモデルでは人工排熱の削減率を6%と低目に設定したため、日最高気温は、ほとんど低下しませんでした。一方、日最低気温は、都心部で0.05℃低下しました。省エネルギー対策をより効果的に推進すれば、日最高気温の低下も期待できます。

② 都市内緑化の推進

日最高気温の低減効果は、各対策のうち最も大きく、区部北西部で最大0.37℃の低下がみられました。一方日最低気温は都心部で約0.14℃の低下に留まりました。

これは、昼間は木々の葉などからの水の蒸散作用が活発になる等の理由によるものです。

③ 透水性舗装の推進

日最高気温は、普及率10%で0.02℃、普及率20%で0.05℃と、都心部が最も低下しましたが、普及率が低いこともあり、緑化の推進よりも効果が小さいという結果となりました。

④ 複合的な対策の推進

上記の対策を同時に行った場合の最大効果は、日平均気温が区部北西部で0.23℃、日最高気温は0.43℃（図5参照）、日最低気温が都心部で0.15℃下がるとの結果となりました。

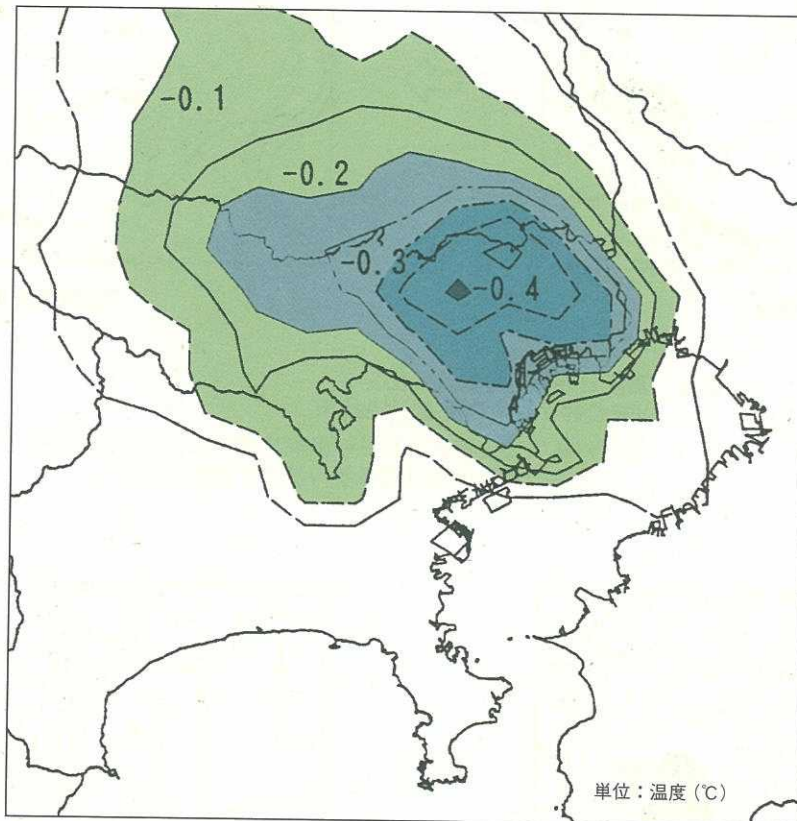


図5 日最高気温の低減効果
（複合的な対策の推進：1992年8月31日～9月1日）

(3) 真夏日と熱帯夜の出現日数の変化

次に、複合的な対策を推進した場合の真夏日（日最高気温30℃以上の日）や熱帯夜（最低気温25℃以上の日）の出現日数がどのように変化するかを、1992年について予測してみました。

真夏日は、図6に示すとおり、都内北部で見られた40日以上の地域が解消し、日数は最大約2日減少するとの結果になりました。また、熱帯夜は、図7に示すとおり、臨海部を中心とする22日以上の地域が縮小し、日数は最大約2日減少するとの結果になりました。

5 おわりに

ヒートアイランド現象は、都市内部の気温を上昇させ、熱帯夜等の不快な気象をもたらすだけでなく、大気汚染物質が拡散しにくくなるという問題も引き起こします。

このため、ヒートアイランド現象は、大気汚染問題としても重要です。しかしながら、その緩和のためには、本ニュースでも述べましたように、各種対策を積み重ねる必要があります。このためには、事前に、個別及び総合的な緩和効果を検討しておく必要があります。当研究所としても、今回紹介した予測モデルが、このような用途に活用されるように努める予定です。

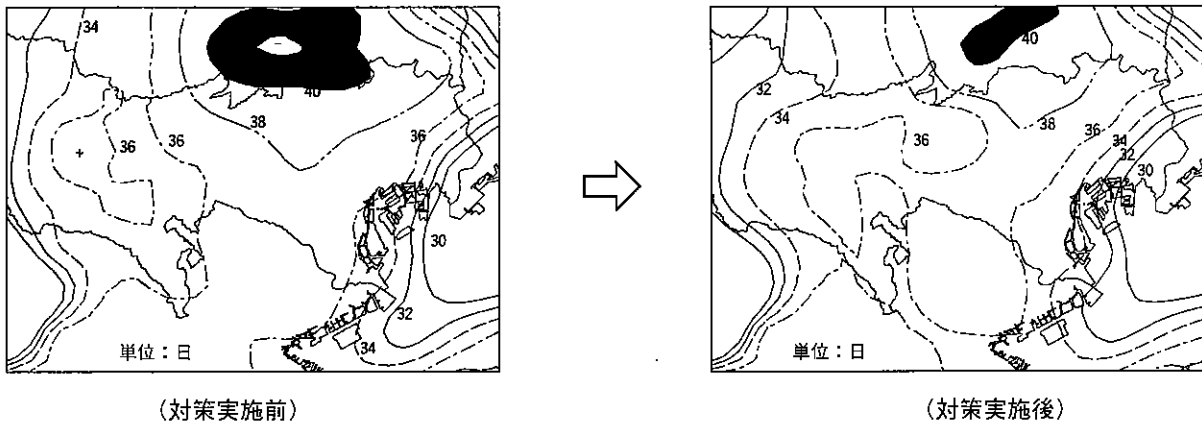


図6 真夏日の出現日数の変化
(複合的な対策の推進：1992年)

注) 対策実施前後の真夏日の出現日数の変化を分かりやすくするため、出現日数最多の部分着色しました。

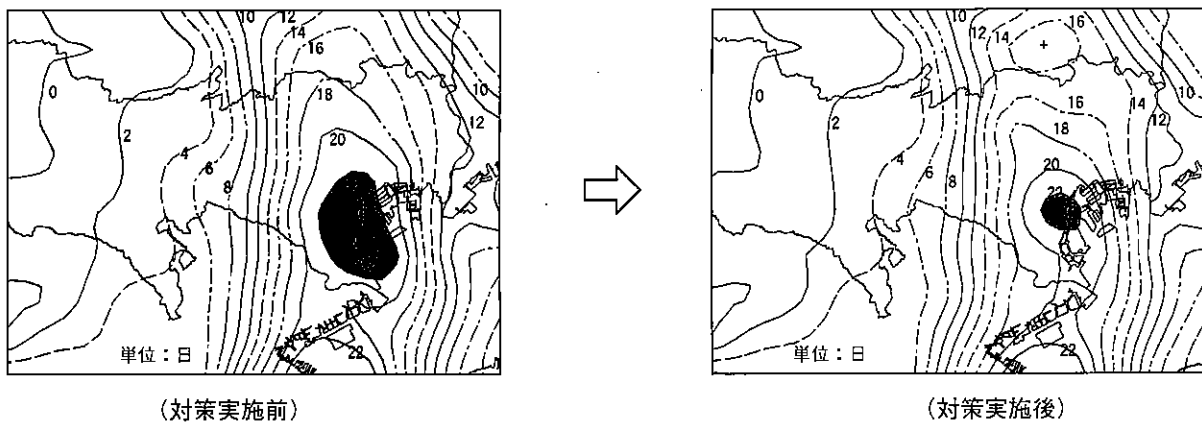


図7 熱帯夜の出現日数の変化
(複合的な対策の推進：1992年)

注) 対策実施前後の熱帯夜の出現日数の変化を分かりやすくするため、出現日数最多の部分着色しました。

日本海重油災害ボランティアに参加して

基盤研究部 星 純也

1 ボランティアの活動について

今年の1月2日に日本海沖でロシア船籍のタンカー「ナホトカ」号が遭難し、積載していた重油が流出し日本海沿岸に大きな被害をもたらしました。この重油の除去のため全国から集まった大勢のボランティアが地元の人と一緒に作業をしていました。

当研究所からも私と応用研究部の中村研究員（現建設局）がこの重油災害関係のボランティアに参加しました。中村研究員は獣医という専門性を生かし、重油汚染にあった海鳥のリハビリのために北海道へ行きました。一方、私はタンカーの船首が漂着した福井県三国町へ行き、流出した重油の回収作業をしました。ここでは、私が参加した三国町でのボランティア活動について報告させていただきます。

三国町には三国ボランティア本部が設置され、組織的に活動が行われていました。ボランティアの仕事は重油の回収だけでなく、援助物資の受付、作業場所への送迎、炊き出しなど多岐にわたっていました。

学生などの若い人が中心になって仕事をこなしているボランティア本部は、活気があふれていました。

2 滞在中の活動状況

冬の日本海は天気の悪い日が多く、私が現地に到着した2月21日も吹雪となっていました。海も大しけとなり、この日の重油除去作業は中止となりました。

海岸での除去作業は海が荒れると危険であり、作業日程は天候に大きく影響されます。私が参加した2月の後半は、だいたい1週間に2、3日しか除去作業はできなかったようです。私も4日間の滞在期間のうち初めの2日間は除去作業が中止となり、三国ボランティア本部の事務作業の手伝いをしていました。

後半の2日間のうち1日は福井市で、もう1日は三国町で重油除去作業に参加しました。福井市での作業は砂での除去作業で、スコップで砂を掘り、砂の中から出てきた重油の塊をビニール袋に回収していく作業でした。

一方、三国町での作業はテトラポットに付着した重油をナイフや竹べらで削ぎ落としていく作業でした。重油といっても気温の低い冬はかなり粘性が高く、ち

ょうど水飴がこびりついているような感じになり、削ぎ落とすにはかなりの根気と体力が必要となります。着ているものはすべて油まみれになり、かっぱ、手袋、マスクなどは一度作業をただけで、二度と使用できなくなっていました。



重油で汚されたテトラポット

3 環境と観光への影響

沈没したタンカーの船首が三国町に流れ着いた頃は沿岸に多量の重油が浮いていたそうですが、2月の始めには海上に浮遊している油の回収はほぼ終了しており、海水の汚れは見た目には感じられませんでした。油の臭気もそれほど強くはありませんでした。

現在では三国町近辺での回収作業は終了し、ボランティア本部の仕事も資料の整理のみとなりました。三国町での重油汚染は一応終息したといえます。しかし、今も日本海沿岸の数カ所では地元の人達による回収作業が続けられています。今後気温が高くなるにつれ重油に含まれる成分が揮発しやすくなり、再び臭気や健康への影響が出てくることも考えられます。一刻も早い完全な回収が望まれます。

一方、地元の人達は水産資源や健康などの直接的な被害にもまして、観光客の減少や水産物の価値の低下などの「風評」被害に悩まされています。

私たちのような環境科学の研究者も、今回の災害が環境に与える影響の評価を通常以上に慎重に行わなければならないと思います。すなわち、数少ないデータで不確実な推論をし、地元の産業に影響を与えることのないように、細心の注意を払う必要があると感じました。

「研究所の窓」(研究所の活動の紹介)

科学技術週間における施設公開

4月17日(木)、18日(金)の両日、科学技術週間行事の一環として、環境科学研究所の施設を公開しました。

当日は、多くの見学者(107人)が訪れ、大型ディーゼル車から排出された黒煙の展示物を見て、その量の多さに驚いていました。また、これらの黒煙や粒子状物質を除去するディーゼル・パティキュレート・フィルター(DPF黒煙除去装置)付きの大型ディーゼルトラックを初めて公開しましたが人気を集めており、期待の大きさが伺えました。



施設公開

DPF付き大型ディーゼルトラックの公開

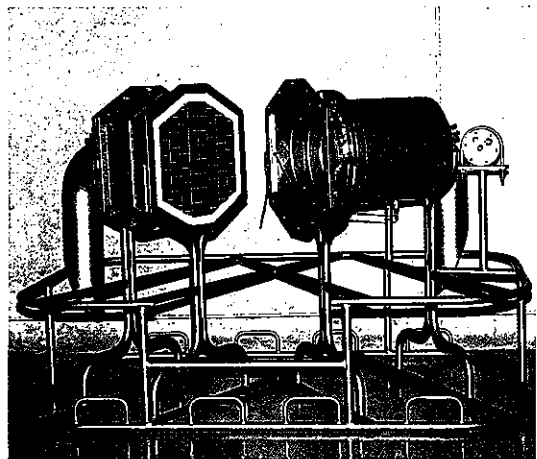
科学技術週間における施設公開日に展示した上記の大型ディーゼルトラックは、4月16日(水)に、新宿中央公園において、試作車の初期性能試験結果の発表と合わせ、報道関係者に公開しました。

これは、当研究所と日産ディーゼル工業(株)が共同して、研究開発に取り組み、わが国で初めて完成させた試作車です。

初期性能の試験の結果は、つぎのとおりです。

DPFの装着により、黒煙は100%、粒子状物質は86%以上除去されることが確認されました。また、粒子状物質の排出量は法定モードで、0.10g/kmであり、自動車排出ガス規制の長期目標値0.25g/kmを大幅に下回っています。

今後は、上記性能試験の成果をもとに、平成9年度に3万kmの路上走行試験等を行い、ディーゼルトラック用DPFの①耐久性能の確認、②燃費への影響の把握、③トラックに適したシステムの確立等の課題を明らかにしていく予定です。



DPFの構造

人事異動

3月31日付で渡辺琢美主任研究員、福岡三郎主任研究員が退職しました。長い間、ご苦労さまでした。

また、4月1日付人事異動で所関係では14名の転出・入がありました。よろしくお願いいたします。

研究所ニュースに関してのご意見、ご感想を企画普及課広報担当までお寄せ下さい。

発行 東京都環境科学研究所
〒136 東京都江東区新砂1-7-5
TEL 03(3699)1331(代)
FAX 03(3699)1345

印刷 協和総合印刷株式会社
平成9年度 登録第1号
1997年5月 発行