

臨海工業地帯の大気汚染 対策



猿田勝美

I———はじめに

横浜市では、昭和34年2月、横浜港に隣接する根岸湾に、新たに320万坪におよぶ一大臨海工業地帯を造成し、港湾都市としての成長とともに工業都市として発展することを目標に埋立に着手した。昭和35年4月にいたり、地元の磯子医師会から市に対し、新たに造成される臨海工業地帯に対して、市民の健康保護の立場から、公害の事前防止に万全の措置を講ずるよう要望書が提出された。半井前市長はそこで進出各企業に対し、公害防止に関する念書を提出させたが、その当時は「燃料として重油を用いるので、ばい煙などの心配はない」というようなものであった。

その後順次企業が建設を開始し、埋立地も活発な様相を呈してきた昭和39年にいたり、東京電力から、国策会社の一つである電源開発株式会社が石炭政策上、石炭専焼の火力発電所を建設することを電源開発調整審議会で決定したので、東京電力の用地の一部を使用させたいと、市長の同意をえたい旨の申し出をしてきた。これは、埋立地を第三者に使用させる場合、市長の同意を必要とする旨の項目が契約のなかに含まれていたためであるが、本市としては大気汚染をはじめとして、騒音、水質汚濁などの公害防止の観点から十分検討し、用地の使用を認めるか否かの決定をしなければならなかった。同年5月には、地元の中区・磯子区環境衛生保全協議会から、根岸地区の公害事前調査の要請が出され、また磯子区住運民動を中心にした工場立地反対の意志表示もなされた。新造成地区は従来風光明媚な住宅地域に近接しているため、四日市市の前例もあり、石油精製をはじめとして、電力、石油化学、ガス製造などの企業が操業を開始したときのことを想定すると、市民の間に不安が高まったのも無理からぬことであろう。飛鳥田市長はこれらの要請を受け入れて、市

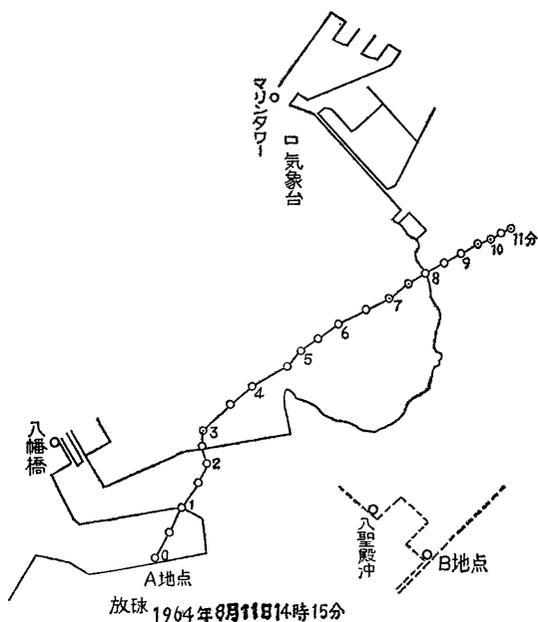
の公害の実態と今後の予測をまとめて、学者グループに提供し、提言を求めた。武蔵大学教授野口雄一郎氏〈現佐賀大学教授〉を主査とする学者グループ〈野口雄一郎、山本幹夫、清水嘉治、桜井毅の4氏〉は、39年7月、市長に対しつぎのような9項目の提言を行なった。

- (1) 市当局は工業立地計画を再検討の必要がある。
- (2) 火力発電所の立地を変更する必要がある。
- (3) 公害観測網を整備する必要がある。
- (4) 住民の健康管理体制を強化する必要がある。
- (5) 市独自の公害防止基準を設ける必要がある。
- (6) 市の公害対策機構整備の必要がある。
- (7) 公害の基礎的な応用的研究も充実する必要がある。
- (8) 市当局は国の公害対策について積極的に発言する必要がある。
- (9) 市当局は公害問題について公開の原則を堅持する必要がある。

このなかには、火力発電所の立地の変更の必要性を指摘し、埋立地内で変更するとすれば、根岸湾の現在地よりも、本牧岬沖が好ましいのではないかという、かなり思いきった意見もあった。これは、同地区の主風向を考慮して、大気汚染の被害が少なくなるであろうということを前提にしたものであった。

この想定は一部の気象関係者も同意したので、市は横浜地方気象台と気象協会の協力をえて、同年8月、根岸と本牧の2地点において、地上発煙、小風船群の上空放球、測風気球の放球などを用いて、実験的気象条件調査および根岸本牧地域の既往10年間の気象観測資料の解析をあわせておこなった。一方、大気汚染の状況を予測するため、理論式に基づいての計算による予測と、縮尺立体模型を用いての風洞実験による地上濃度の推定をおこなった。

図1 気球経路図



気流調査は、さきにもべた2地点で上空200mまで実施したが、この調査と既存の資料をあわせて解析した結果について、気象研究所の伊東博士〈当時〉は、「重油専焼火力の場合は別として、石炭専焼火力ならば、すでに性能のよい電気集じん器も技術開発されており、典型的な夏型の気圧配置の場合は、本来ならば内陸部に向かって流れるはずの南風が、上空200m付近では地上の気流とかなり異なって東の海上にそれて流れる傾向がある。この傾向は、相互の距離が約2kmしかない根岸湾内でも本牧岬沖でも大差があるとは思われない」とのべている。

さて、本市の臨海地帯の主風向は、冬は北風、夏は南風であって、中区本牧台地は、夏冬いずれの場合も汚染の影響を受けることになる。そこで、鶴見・川崎方面からの汚染に対しては、あらためて検討することにして、当面、今後根岸地区に立地する企業に対して、とくに夏期における影響を重視して考慮したものである。もちろん、冬期における逆転層の発生したときなどに対しても検討

する必要があるが、これについては、あらためてのべることにしたい。なお、気流調査の解析と併行して風洞実験をおこなったので、その内容について少しのべてみよう。

2———排煙の拡散におよぼす諸条件

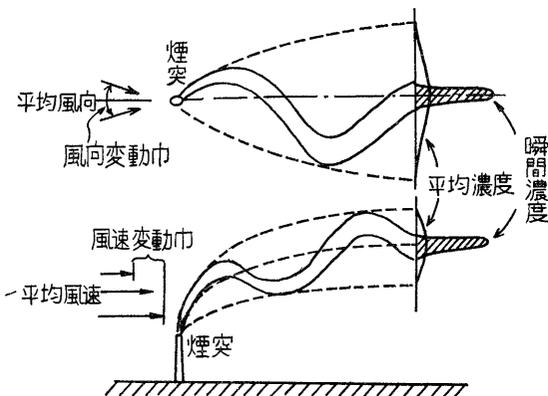
1・気象条件

煙突から排出された煙は大気中で拡散するので、気象条件<風速、気温、大気安定度>によって変化する。風速は煙の流れに大きく影響し、上空に排出された煙は風速の大きいほど遠くに運ばれるが、地表面への接地を考えると、風速は排ガス吐出速度による煙の上昇、排ガス温度による上昇をさまたげる作用をするため、風速が大きいほど近くに接地する場合が多くなる。

一般に風向、風速はつねに変動するものであり、長時間の風向変動は煙を水平方向に、風速変動は煙を上下方向に振るため、長時間の平均濃度としては、図2のように煙が上下、左右に散らさるうすめられることになる。

気温については、気温そのものの高低が排ガス温度との温度差に与える影響と、地表から上空にいたる間の温度勾配<気温でい減率>が与える影響

図2 風向、風速による煙変化



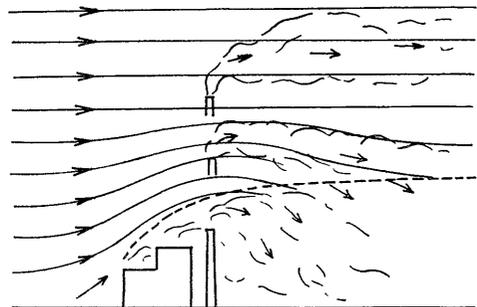
の二つがある。気温と排ガス温度との差による上昇は、排ガスの温度が一定ならば気温の低いほど上昇する。温度勾配については大気安定度と密接な関係がある。大気の気温勾配は上にいくにしたがって温度が減少するのが普通<不安定な状態>であるが、これとは逆に上にいくにしたがって温度が上昇する気温逆転のことがある<安定な状態>。これは冬期に多く発生し、スモッグなどの現象が発生して高濃度汚染をおこすことがある。

2・地形・地物の影響

煙突の位置や高さによって、建物の影響を受けて排ガスが十分な拡散をおこなえないことがある。風が吹くと建造物の風下側に負圧域と大きな気流の乱れ域をつくるが、この領域内に排ガスを放出すれば、排ガスの上昇はさまたげられ、十分な稀釈拡散がおこなわれないうちに接地して汚染をおこす。このような現象はまた地形によっても生ずる。この現象もダウンドラウト<Down draught>といい、煙突の高さを決定するさいの重要な要素となる。実験的には、近くにある建物の高さの2.5倍以上あればよいとされている。

さらに拡散の条件として上昇効果を高めることが必要であるが、そのためには排ガスの吐出速度と温度が関係してくる。ガス温度は燃焼装置によ

図3 Downdraught



で決定されるが、吐出速度については、ある程度以上の速度をもって排出する必要がある。その理由は、風があると煙突の風下側に負圧領域が生じ、この負圧によって、排ガスが引き下ろされ、煙突からの排ガスは十分稀釈されないで地上に到達するからである。この現象をダウンウォッシュ <Down wash> といい、これを防止するためには排ガスの吐出速度を風速の2倍以上で排出することが必要である。

3・地上濃度の推定

地上濃度の推定には、気象条件が重要な因子をなして、流体力学的要素と気象学的要素の組合わせによって拡散の理論式は成立している。拡散式には代表的なものとしてSuttonの式、Bosanquet & Peason の式、英国気象局式などがある。

前にものべたごとく、風はその長時間風向、風速変動<乱れ>より成立しているので、これをどう用いるかによって変わってくるが、一般に平均風速、平均風向での瞬間状態で地上濃度を求め<瞬間値>これに風向、風速の長時間変動により稀釈補正係数をかけて、長時間平均地上濃度を求めるのである。求め方としては、第1に平均風速<U>のときに排ガスが上昇する高さ<He>を求め、つぎにそのHeの高さで排ガスが拡散しながら稀釈されて、地上に到達したときの最大濃度

を求めることになる。

3—————排煙拡散の方法とその測定

1・有効煙突高さ

排ガスの上昇高さは、煙突出口における上向きの運動量によって上昇する高さ<Hm>と、排ガスのガス温度と大気温度との温度差< Δt >による上昇高さ<Ht>とからなり、煙突の高さ<Ho>に対して、ガスはこの分だけ高く上昇する。この高さを有効煙突高さ<He>と称し、

$$He = Ho + Hm + Ht$$

で与えられる。

この計算式にもいろいろあるが、代表的なものとしてはBosanquetの式が用いられ、われわれもこの式による計算値に係数<0.65>を乗じて<低めにおさえるため>用いている。Bosanquetの式は省略するが、この式から有効煙突高さを増すにはつぎのようにすればよいことがわかる。

- (1) 煙突を高くする。
- (2) ガス量を大きくする。たとえば排ガスを集合してガス量を大にする。
- (3) ガス温度を大にする。
- (4) ガスの吐出速度を大にする。

しかし、排ガスの上昇高さはモーメントと浮力

図4 Downwash

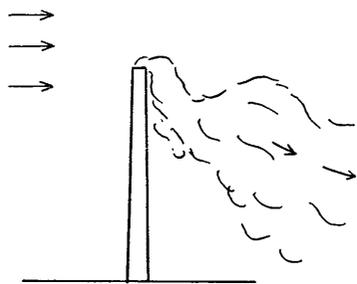
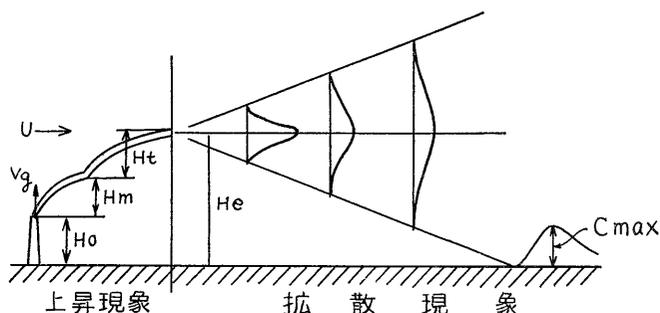


図5 有効煙突高さと拡散



の効果によって上昇するが、浮力上昇高さは排ガス量に比例し、吐出速度に反比例するので、ガス量、ガス温度によっては、吐出速度を増しても Hm は大となるが、Ht がふえず He としては増加しないことがある。

また、風速が小になるほど He は大となり、風速 U が大になると He は小になるが、風速が吐出速度の1/2以上になると、さきへの Downwash 現象が生じるので注意が必要である。

2・地上濃度の計算

有効高さまで上昇した排ガスは、風で流されながら稀釈拡散され、その端面が地上に到達して図5のごとき地上濃度 <Cmax> が測定できる。われわれが用いている Sutton の式を示すと

$$\text{地上最大濃度 } C_{\max} = \frac{2.35 \cdot C \cdot Q \cdot 10^3}{U \cdot He^2} \left(\frac{Cz}{Cy} \right) \text{ (ppm)}$$

$$\text{地上最大濃度地点(距離) } X_{\max} = \left(\frac{He^2}{Cz^2} \right)^{\frac{1}{2-n}} \text{ (m)}$$

Q ; 排ガス量 (m³/sec)

C ; 排ガス中に含まれる汚染質 (%)

U ; 風速 (m/sec)

He ; 有効煙突高さ (m)

Cy ; 垂直方向拡散係数

Cz ; 水平方向拡散係数

n ; 大気安定度に関する係数

この式から地上最大濃度 Cmax を小さくするには、つぎのごとくすればよい。

- (1) 汚染質放出量 C を小にする。
- (2) 有効上昇高さ He を大にする。

ここで求められた Cmax は瞬間値に相当するものであるから、これを長時間平均濃度に換算するためには補正する必要がある。

時間平均による濃度補正值に影響する因子として、地形的なものおよび気象条件があり、この補正係数は拡散係数 Cy, Cz, n と密接な関係があ

る。風向、風速、大気安定度との関連を考慮して、MeadおよびLowryの補正係数が一般に用いられている。Meadの補正係数0.51とLowryの補正係数0.15を乗じた <0.51×0.15=0.0765> ので、3時間平均地上濃度を算出していたが、最近、われわれは種々の調査の結果、ガス量、煙突高さによっては、Lowryの0.15だけを乗じて1時間平均濃度を算出する方法をとっている。

3・風洞実験

前記の計算式には、下記の条件が考慮されていないので注意する必要がある。

(1) 地形の影響

計算式はいずれも平地を対象としており、地形による流線の歪み、乱れなどがはいていない。

(2) Down wash の影響

(3) Down draught の影響

このように上記の影響を入れて計算ができないので、実験的手段によって、その影響を加味した結果を出すことになる。

風洞実験では、対象地形の1/2,000~1/3,000の模型をつくり、そのなかに工場建屋、煙突などを入れ、煙突高さ、吐出条件、風速等を変えて、地上濃度を求めるものである。

風洞実験では実際との相似性をもっとも重要であるが、現在とられている方法は完全とはいえないにしても、かなり相似しているといえよう。問題としてあげられるのは、(1) 風速、(2) 吐出速度、(3) 温度勾配、(4) モーメント上昇、(5) 浮力上昇、(6) 大気の乱れ等がある。風速 <U> と排出速度 <Vg> については、モーメント上昇 <Hm> は Vg/U の関数であるから、Vg/U を計画値または実測値とあわせて、模型によって再現すればよい。風向については一定風向のみなので、風向による拡散率は補正係数による。温度浮力および温度勾配に関しては、有効煙突高さの式

の H_t を計算して実煙突高さに加えて模型煙突高さ $\langle H_{mt} = H_o + H_t \rangle$ とする。温度勾配については風洞内は中立状態である。また大気の乱れについては、自然風の乱れと乱流境界層の問題があるが、これは整流格子などによって再現させている。

このように相似性をもとにして、いくつかの風洞実験を実施してきたが、 \langle 本市の関係した風洞実験は、いずれも長崎市にある三菱重工業技術本部長崎研究所においておこなったものである。 \rangle 実験項目についてのべると、

(1) 煙流し試験

模型煙突から所定の条件で白煙を出し、排ガスの上昇高さならびにその流れの状態を定性的に観測する。

(2) 糸流し試験

地表面上の気流状態を観測する。起伏が大きい地形では気流は主風向とかならずしも一致しない。建物等地上物についても同様で、このような状態を地表面を貼った絹糸の動きで観察する。

(3) 乱れ域試験

地形、地物によって生ずる気流の乱れ域を定性的に観測する。

(4) 変色く定性試験

排ガスが地表面に到達する領域を観測するもので煙突から出た所定のガスが模型地形地表上に塗布してある薬品と反応して呈色することによ

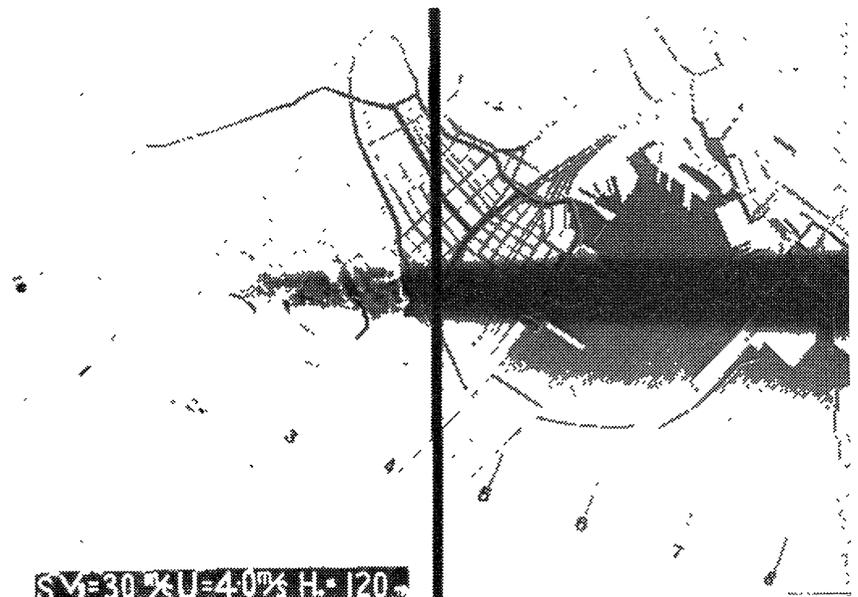
り、その汚染領域を判定する。

(5) 定量試験

煙突排ガス中に含まれる汚染値が地上に到達したときの濃度を定量的に測定する。一定濃度のガス $\langle Ng \rangle$ を模型煙突から所定の条件で吐出し、これが稀釈拡散されて模型地形表面に到達する。これを吸引し、定量的に計測されたガス濃度 $\langle Sg \rangle$ との比 $\langle Sg / Ng \rangle$ から算出して各地点 \langle 約 400 点 \rangle における排ガスの稀釈比 $\langle Rd \rangle$ を求める。これは瞬間濃度になるので、さきに計算式のところでのべたように、これに補正係数を乗じて長時間平均の濃度を補正して用いている。

4 公害防止に関する、電源開発株式会社への申入れ

前述したように電源開発株式会社は国の石炭政策上、本市の磯子地区に石炭火力を建設することを義務づけられたのであるが、その用地が東京電力の用地であり、第三者に使用させるためには市長の同意を必要としたので、市長に同意を求めてき



定性実験

南風、風速 4 m/s 吐出速度 30 m/s 煙突高さ 120 m

たのであるが、とくに大気汚染防止に関しては、十分な検討を加える必要があり、気流調査、風洞実験などをおこなったのであった。これらの資料をそろえて、市長は、39年9月市公害対策協議会に対し、電源開発株式会社、磯子火力発電所の立地問題について諮問した。同協議会は再三審議をおこない、また他の火力発電所の視察などもおこなったのち、伊東博士の意見を参酌して、

「磯子火力は、石炭専焼火力であることにかんがみ、(1) 政府に対して十分な監督と予算措置などの周到な注意をはらうことを要請し、また(2) 東電に対しては将来根岸用地の残りに重油専焼火力を設置するときは改めて慎重に検討を加える旨を申し入れ、(3) 電発に対しては大気汚染その他の公害防止について万全の対策をたてることの保証を求めることができるならば、その立地を認めざるをえまい。」という答申をおこなった。

この答申に基づいて、市は通産省に申し入れ、通産事務次官から貴意にそいたい旨の回答をえ、さらに東電からは「電発に使用させる用地を除いた部分に東電が火力発電所を建設するときは、公害対策上必要な建設計画書を提出し、市と十分協議し、その協議がととのった上で建設に着手する。その協議がととのわなないときでも、この埋立地の処理については市と改めて協議し、両者合意の上で決定する。」という申し入れに対しその意にそう旨の回答をえた。これは、当初この用地に200万キロワットの重油専焼火力を計画していたが、一部電発が使用することになったので、120万キロワットに変更してきたのであるが、伊藤博士の意見にもあったように、電発は石炭火力であるから、立地を認めたのであって、東電の重油火力については慎重な検討が必要であることを前提として、さきのことを申し入れたのであった。さらに、42年建設計画を45年以降に延期するとのことであった。われわれとしては、重油脱硫、または排煙

脱硫等の技術開発によって、大気汚染防止対策のとれる重油火力の建設を昭和45年以降と考えたのであった。

電発の1号機<265,000KW>に対する風洞実験の結果を要約すると、

(1) Downwash は防止できる。

吐出条件を30m/sec とすれば、風速が15m/secまでは $Vg/U > 2.0$ 以上の条件を満足しDownwashは防止でき、有効煙突高さも上昇する。

(2) Downdraught の現象は発生しないと考えられる。

発電所の高さを47mとして計算すると、煙突高さを120m以上とすれば、防止できるものと考えられる。

(3) 地形によってとくに顕著な気流の偏流、変動、乱れ域の発生は認められなかった。

きわだった気流の変動はみられないが、局所的に谷間にそって流れる地表流がみられた。しかし煙源を高くすれば、排ガスの拡散には悪影響は無いと考えられる。

(4) 排ガスの主流が、煙源付近に到達し、高濃度汚染をおこすことは無いと考えられる。

変色試験および定量試験で確認できる。

(5) 亜硫酸ガス<SO₂>の地上最大濃度はかなり低い値を示した。

排ガス中のSO₂濃度を500ppmとして、排出条件<Vg=30m/s, Ho=120m>とすると、地上最大濃度の長時間<3時間>平均は、

南風：0.003ppm

東風：0.004ppm

ただし平均風速U=6m/sec

これらのことを参酌して、答申に基づき、電発に対し申し入れ<14項目>をおこない、その保証をえた。その内容を要約すると、(1) ばい塵の排出量は0.6g/Nm³以下、硫黄酸化物濃度は500ppm以下と、いずれもばい煙規制法の排出基準よりも

きびしく、(2) 集じん器の捕集効率98%以上、(3) 煙突は120m、吐出速度は30m/sec、排ガス温度は130°C以上、(4) 石炭は低硫黄、低灰分の北海道炭とする、(5) 騒音防止、海水汚濁防止、(6) 市職員の立入調査、(7) 万一公害が発生したときには市の指示にしたがって措置する、場合によっては代執行する、などの条件を課した。

電発は早速39年末から建設に着手し、1号機は42年5月に無事運転開始にはいった。その後41年8月にいたり、政府は閣議決定事項として、石炭政策上可及的すみやかに石炭専焼火力2基<磯子、高砂>を追加着工することを決定した。これに基づいて、電発は41年10月磯子火力の2号機<265,000KW>の建設について同意を求めてきた。市長としては、(1) 市民の考え方についても、十分意見を徴しなければならない。(2) 公害対策協議会に諮問する。(3) 1号機の運転開始も間近であり、その結果をたしかめたい。というようなことで回答を保留した。公害センターとしても、磯子火力1号機の建設にともない、本市の大気汚染にいかなる影響をおよぼすかは、風洞実験や拡散の計算式で検討し、推定してあるが、その結果が正しいものであったかいは、実際に稼動した後に判定されたものである。公害全般からみても、大気汚染以外にも騒音、水質汚濁等の要因は多くあるので、1号機の計画の妥当性が確認される運転開始後にさらに詳細に検討する必要を強調し、一応計画書に基づく検討のみをおこなった。2号機も1号機と同様の建設計画であったが<煙突高さ、排出速度、ガス温度、排出濃度など>、4月末に再度、長崎において風洞実験を行なった。この結果2号機の煙突については140m以上の高さが望ましいことが判明した。すなわち東風のときは、120m2本の場合と120mと140mの2本の場合とでは、たいした差はないが、南風<夏の主風向>のときには120mと140mの方が、140mが

風下側になり、その排煙の上昇効果によって、助け合い現象がおこり、より稀釈拡散されることが判明した。また、1号機について実施した風洞実験でも、理論計算式でも Bosanquet の式による有効煙突高さの計算値が実際と適合しているかどうかを確認することになり、42年5月1号機の煙突を用いて、有効煙突高さの測定をおこなった。3日間にわたり観測を実施した結果、実測値は理論値の約90%であることが判明したが、さきにも記したように、有効煙突高さは計算値に補正係数として0.65を乗じて算出しているので、その点は、むしろ安全側にあつたと考えられた。その後運転開始にともない、排ガス中のばいじん量、亜硫酸ガス濃度を測定したところ、ばい塵については0.4g/Nm³以下<集じん効率98%以上>、亜硫酸ガスについては200ppm以下であることが確認された。公害対策協議会は、市長からの諮問に対し、これらの資料に基づいて、さらに排煙の排出条件をきびしくする必要があるとともに、1号機の際申し入れた条件をすべて履行することを条件として答申した。答申に基づいて、電発に対しては2号機の煙突を140mとすることを条件として、1号機の際の申し入れは全面履行するよう申し入れた。電発からは市の意向にしたがう旨の回答をえた。この協議がととのうまでのあいだに、市民のなかに磯子火力2号機の問題についての強固な反対意見も多く認められたので、資料もとのい、1号機の確認も終った段階で、6月27日に、市長出席のもとに磯子公会堂において「根岸地区公害問題のつどい」を開催し、市民の意見をきくとともに現況の説明をおこなった。

5———横浜火力発電所<東電>増設問題

電発1号機の問題に端を發し、新設企業に対する

事前指導の体制がとられたが、昭和40年2月末、東電は市に対して、再度つぎのような申し入れをしてきた。同社が鶴見区大黒町において操業中の横浜火力発電所に、第6号機を増設したいので市の了解をえたいというのである。根岸・本牧地区と相違して、この場所における建設について法的には市の同意を要しない。しかし電発磯子火力の問題がかたずいた直後でもあり、またその問題の過程において、中区・磯子区環境衛生保全協議会などから、冬期における高濃度の出現は、北風によって横浜港を越えて渡ってくる東電火力の汚染質によるものではないか、という意味の陳情書も出されて検討していたときでもあったので、市民の意向を無視して建設を強行するようなことはせず、まず市の同意をえて、市民との協調をはかる意図があったと思われる。

東電側から市に提出された資料によると、現在175,000KWの発電機5基を有し、それぞれ85mの煙突によって排ガスを拡散させているが、そのうち4、5号機の2本を5mノズルアップして90mとし、増設分の6号機<350,000KW>については大容量となるので150mの煙突を設けるといふようなものであった。

この計画が発表されるや、市民運動団体は国や県市に増設反対の陳情を開始した。

市内には4カ所に自動記録計が設置されて常時測定を行っていたが、発生源別の影響を判断することは不可能であり、そこでSuttonの式を用いて試算をおこなったところ、煙源から3.7kmのところでは0.14ppm<風速6m/s>の汚染があり<85m5本として>、増設によってさらに増加するおそれがある。その排ガス量は5号機まで245Nm³/hで、これに増設分が加わると、343万Nm³/hとなり、東京湾沿岸火力の総排ガス量<昭和40年現在>の14%に達することになる。4、5号機の85mを5mアップして90mにしても、その結果はほとん

ど変化のないこともたしかめられた。むしろ7km付近では濃度が高くなる、4月末にいたり市の基本的態度として、つぎのような内容が表明された。(1)すでに本市の大気汚染は限界に達しているので、市内に火力発電所を増設することは望ましくない。(2)「ばい煙規制法」の排出基準は本市のような工場過密地帯の実情から考えて、ゆるすぎる。(3)公害防止技術水準に照らして問題を検討すると、①脱硫装置の設置、②低硫黄重油の使用、③拡散条件の変更<集合煙突、吐出速度の増加>の問題が十分に検討されておらず、その保証もえられず、資料も整備されていないので、第1にのべた「増設は望ましくない」という原則にたたざるをえないということになった。

このような意向に対し、東電では市がSuttonの式を用い、風速6m/sというきびしい条件で検討したことに対し異論もあったが、東電では市の方針にしたがい、勇断をもって企業の社会的責任を果たすため、既設の5本の煙突を全廃し、150mと130mの集合煙突2本を新設する計画をたてた。計算によると、地上最大濃度はさきの0.14ppmの出現した3.7kmでは痕跡程度となり、7.7kmの0.04ppmが0.03ppmに改善される。これは紙上の推定であるので、電発の際と同時に、横浜火力の立地条件、気象条件を加味した風洞実験、気象観測をおこなった上で判断してもおそくはないであろう。また、根岸本牧地区の将来計画ともあわせて検討する必要があることから、市は公害対策協議会の意見を聞いた上で、5月18日東電に13項目の条件を示して同意を求めた、この交渉では、「将来有効な手段による防止装置の設置について市が申入れる」という項目でいきづまり、政府の電源開発調整審議会も、市の了解がえられないのならばと保留になり、交渉はいったん休止した。7月にはいり風洞実験をおこなうので実験に立ち合ってほしいと市に立ち合いを求めたので、長崎

において、既設の状態と改造後の集合煙突2本の状態で実験をおこなった。その結果だけをかんとんにのべると、現状では風速6mで地上最大濃度は5km地点で0.146ppm、改造後は22km地点で0.038となる。濃度については計算式と大差ないが、最大濃度地点は改造後は22kmに延びることが判明した。22kmが正しいかどうかは別として、現状の85m煙突5本から排出される条件よりも、集合化して高煙突、高吐出速度にすれば6号機が増設されても、汚染状況は改善されていることになる。

また、臨海工業地帯における逆転層の発生が、大気汚染増大の重要な因子となるので、逆転層の発生状態についても、気象台の協力で調査し、逆転層の高さなどの概要も把握した。また、逆転層発生時には、それを突破して上空拡散がおこなえるような条件<排出条件>をもあわせて検討した。8月に市は公害対策協議会を開き、気象条件資料や、風洞実験のデータに基づいて答申を受けた。答申に基づき、早速、東電側と細部の条件について交渉をおこない、最終的な市の態度として6項目の条件を提示し、東電側もこれを受け入れたので、増設について了解することとした。そのおもな内容は、(1) 計画変更については<増設、既設>事前に市の了解を得ること。(2) 改善計画に基づく2本の集合煙突の建設については、増設分の稼動前に既設分の改善が完了すること。(3) 立入調査をさせること。(4) 公害防止措置と費用の負担について等の内容で、公害防止の技術開発について不断の研究をおこなうよう要請した。

最近の都市における電力需要の伸びは激しく、電発2号機の増設問題と同じ時点で、南横浜火力<根岸地区>の建設の問題がおこってきた。東電はさきの電発1号機に関連して市から申し入れた、「南横浜火力の建設に際しては事前に市と協議して、協議がととのってから建設する」条件に

よって市に了解を求めてきた。横浜火力や磯子火力<電発>のときにも問題になったように、過密都市に重油専焼火力がこれ以上ふえることは市民の健康保護の立場から納得できないことであったが、東電はその立地条件を考慮して、市の厳格な規則に対処するため南横浜火力については重油に変えて液化天然ガス<LNG>を燃料として用いる350,000KW 2基の建設について了解を求めてきた。

LNGとはLiquefied Natural Gas<液化天然ガス>略語で、メタンを主成分とする天然ガスを液化したものである。燃料が固体から液体へさらに気体へとかわり、将来は原子力が主たるものになる時期がくるのであろうが、LNGを用いて発電するのは日本では初めてであり、十分検討することになった。

今回計画されたLNGは、米国のアラスカで産出した天然ガスを現地で液化<-161.5°C>し、冷凍タンカー<30,000トン2隻>で運び、年間96万トン<約13.5億m³>を輸入する計画である。このLNGは、メタン99.8%、エタン0.1%、その他0.1%で、硫黄分がまったくなく、燃料としては大気汚染防止に非常に有利なものである。

LNGの受け入れについては、南横浜火力に隣接した東京ガス根岸工場がおこない、ここでLNGをガス化して東電に供給することになる。この輸入計画は東電と東京ガスの共同計画に基づくもので、96万トンのうち24万トンは都市ガスとして使用される計画である。

問題は、大気汚染対策よりも、むしろ防災対策に重点をおいて検討した。-162°Cで貯蔵されるものであり、タンクの強度、冷凍タンカーの問題、LNGの配管類、断熱材等種々の条項について検討し、市の公害対策協議会においても専門部会を構成して慎重に審議を重ねた。LNGそのものは無毒で高カロリーという長所をそなえ、エネルギー

の形態としては電気と並んで最高級のものであるが、災害面での安全性はどうかということになる。LNGの主体であるメタンは比重が0.555と軽いため空中に放散しやすく、LPGのように重いため床を這ったりする危険性はない、爆発下限もLPGの1.9%に対し5%、着火温度も645°Cと高いため安全であるが、大容量のタンクに貯蔵すること、ならびに超低温<-162°C>であることなどから十分な検討を加えるため、アメリカのフリップ社、マラソン社<造船関係>の技師を呼んで、冷凍タンカーの計画内容について説明を受けた。

また電発、東電、東京ガス等の新增設に関係して、さきに提言を出された野口雄一郎教授を主査とする都市科学研究グループに、「横浜市の工業化進展にともなう公害災害の諸問題について<根岸・本牧工業地帯を中心として>」の12項目にわたる提言を受けた。このなかにもLNGの災害防止についての項目があり、その対策について慎重を要することが指摘された。フランス、イギリス等で中近東からLNGを輸入し、都市ガス、発電等に使用している例もあり、またアメリカでは多くの天然ガス発電を実施しているので、それらの資料も参考として、公害対策協議会は42年6月末、(1) 将来とも使用燃料の転換<重油などへの>をはからないこと、(2) LNGの防災について万全の措置をとること、などの答申をおこなった。なおこの際答申の付帯事項として、本市臨海工業地帯の公害、災害防止対策の適正化をはかることと、同地区上空の飛行禁止を政府に要請することの二つがつけられた。根岸・本牧地区上空の航空機の飛行禁止については、市長から運輸省に申し入れ、早速有視界飛行については指導する旨の回答を得た。現在同地区上空を飛行する場合は公害センターに連絡があり、緊急のものだけについて市の了解をえた上で許可している。ただし、現在工場が

操業している地区の上空は飛ばないように指導している。

この答申に基づいて、7月、市長は東京電力および東京ガスに対し申し入れをおこなった。東京電力には、将来とも燃料の転換をはからぬこと、煙突は集合型として高さ130mとすること、安全対策、立入調査、公害災害に対する必要の措置<代執行を含む>とその費用は会社負担とすることなど11項にわたって申し入れ、異議ない旨の回答をえた。

また、東京ガスに対しても、タンクの安全性、非常措置、タンカーの夜間航行禁止など7項目について申し入れをおこなった。

公害のともなわない多量の石油系エネルギーの入手には難点があり、その解決策として硫黄分の全然ない天然ガスを求めることになったわけであるが、今後アラスカ以外にもサファリンや中近東からの輸入も考えられ、公害のない新エネルギーLNGの導入は、これを契機としてわが国でも一般的となってくるであろうが、安全対策については、十分にチェックする必要がある。

6———日本石油精製の公害防除対策

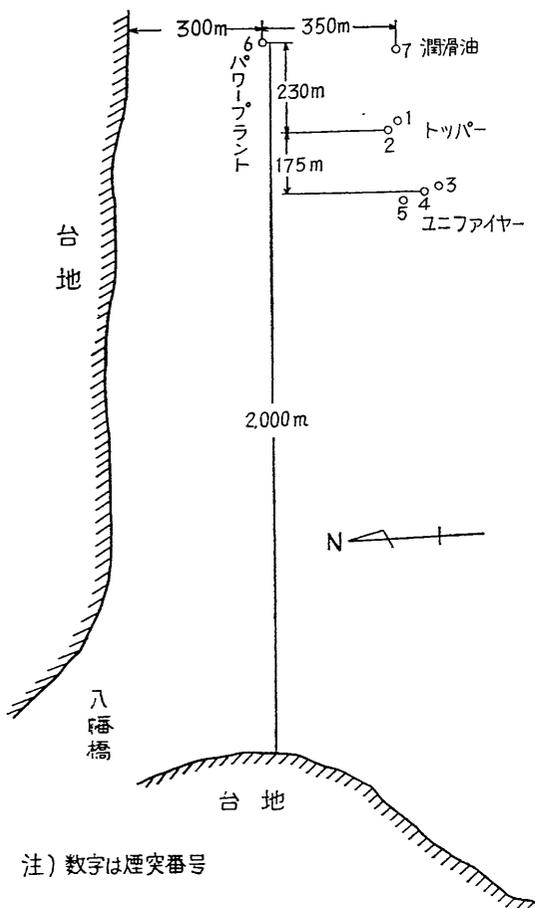
日石精製は昭和39年4月から40万坪の敷地内に1日当り11万バーレルの原油処理能力を有する精製装置が操業にはいり、その後1期工事の分として潤滑油製造装置の建設にかかっていたがく市と事前協議の結果、条件を付して了解したもの>、昨年6月に本牧用地に11万バーレルの常圧蒸溜装置および1万5千バーレルの脱硫装置などの計画書が提出された。

第2期工事の特色は、重油脱硫装置の建設であり、それによって低イオン重油を製造することであろうが、既設装置との関連を含めて総合的に判

断するため、提出された計画書に基づいて、公害、災害対策について検討した。第2期計画では、排ガスはすべて集合し2本の集合煙突<130m>から排出し、燃料は硫黄分1.0%の重油と0.1%の石油ガスを用いる計画である。これだけについて考えると、地上濃度は風速6m/sで、0.003ppmと低濃度で距離も遠くなるが、第1期の現に操業しているプラントからの排煙条件は、決して満足なものとはいえないので、1期、2期を含めてあわせて検討することとした。1期装置は55mの高さの煙突から低吐出速度で排ガスが排出され、Downwash等の現象をおこし、拡散条件の悪いことが判明した。

既設のうちパワープラントについての風洞実験の

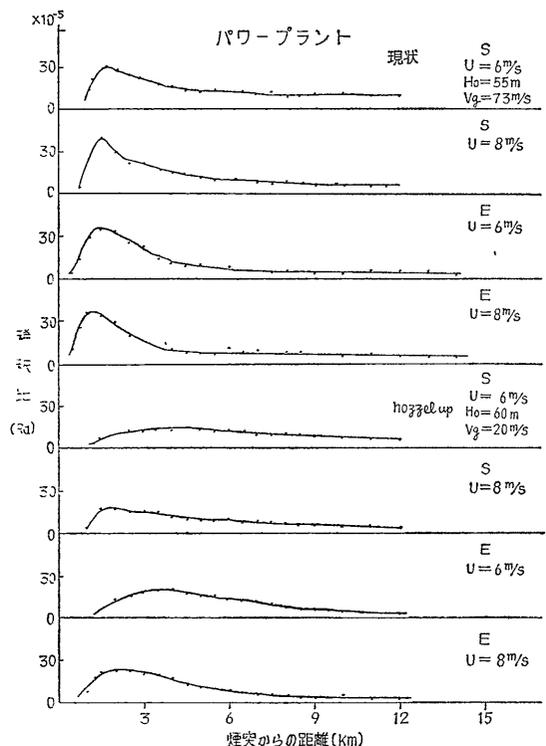
図6 煙突配置と地形の関係概略



結果を検討すると、風速6m/sでは風向Sの場合、台地付近の上昇気流にのっているが、8m/sになると、風速の相違による乱れ域の影響が出てくる。また煙突高さを5mかさ上げし、吐出速度を大きく<7.3m/sから20m/sに>してやると、Downwashがなくなり、近接地の高濃度汚染がなくなる。ユニファイナー、トッパについても同様のことが認められた<図6、7参照>。

既設分の影響が高さ55mと低煙突であることに起因している状況を解決するため、住宅地に最も近いパワープラントの煙突を5mをかさ上げし、さらに他の煙突も含めて燃料の低硫黄化をはかり、現状よりも低減させることにした。本市の環境基準の指導基準としては0.06ppmを用いているが、既存の汚染と他企業との相加作用を考慮すると、許容されるのは0.015ppm以下となるので、排出条件の改善と燃料の低硫黄化によって許容範囲にはいることを検討した<図8参照>。

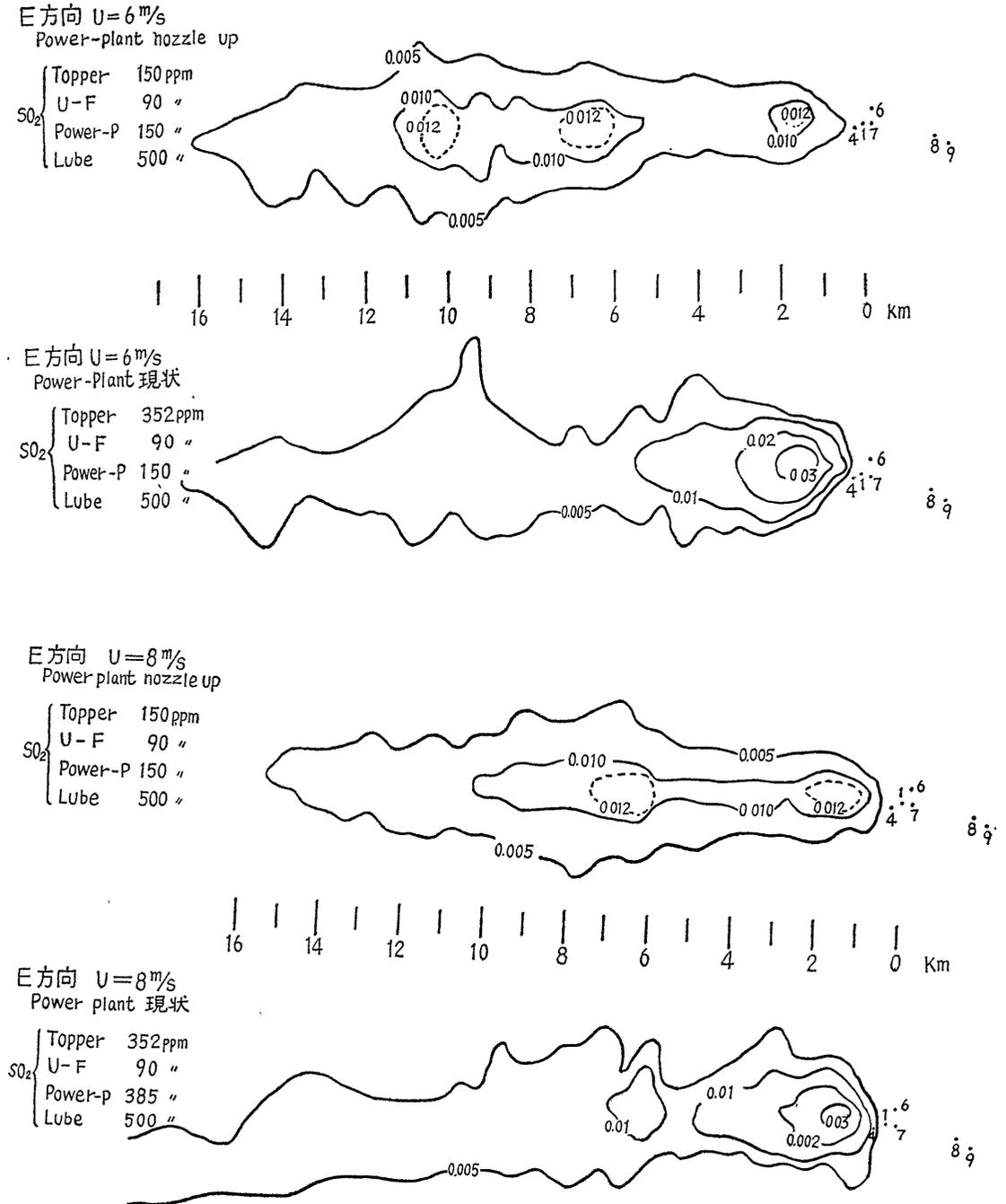
図7 排出条件と濃度



また第2期計画は、重要文化財のある三溪園の真下に位置しているが、タンク群を住宅地側に、装置群を海側に住宅地から離れたところにレイアウトし騒音などの関係、さらに境界線とタンク

ヤードとのあいだに幅50~80mの緑地帯を造成する計画<39,000m²>であったが、災害時のことを考慮して、とくにタンク群の位置については住宅地域とのあいだに相当の空地を設けるよう中間

図8 地上濃度分布図



において申し入れをおこない、計画の再検討を要請した。

この要請に基づき、日石側ではタンク群を海岸に離し、全体的にレイアウトを再検討して緑地帯を大幅に広げた計画書を提出してきた。その計画によると緑地帯は約3倍に増加し、115,000m²となった。境界線までの距離も100m以上となり、住宅地とは200m以上隔離された。しかし貴重な用地の1/3近くを緑地帯としたため、建設のための用地が不足したので、これについては隣接の日本石油化学の用地から譲渡を受けることになっている。

このような計画に対し、公害対策協議会の答申に基づいて、市は第2期増設計画にともなう公害防止対策等の申し入れをおこなった。

その要点は、(1) 既設の55mの煙突を有する装置については、0.3%以下の特殊燃料油を使用すること、パワープラントの煙突については、吐出速度を20m/s以上としてDownwashを避けるようにすること、(2) 第2期装置関係は硫黄分1%以下の重油を使用すること、(3) 第2期計画用地の空地については緑化をはかり、公害災害防止の効率を高めるよう留意することなど8項目であった。以上、電発、東電、日石などおもなものについて、その交渉経過の概要と、申し入れ事項などについてのべたが、東京電力のLNGによる発電と、日石の緑地帯の造成は、都市における公害防止、災害防止等の観点から特筆すべきことであろう。企業の英断に対しても敬意を表するしだいである。

大気汚染と気象との関係は不可分のものであり、非常ににむずかしい問題であるが、気象に関連した十分な基礎資料をそなえて検討することが必要であろう。いままでにも気流調査、逆転層の観測、有効煙突高の測定、排煙拡散調査等、いくつかの調査観測を実施してきたが、43年度は内陸部

の逆転層の調査と、テトルーンによる気流調査を実施して、汚染質の移動状態を調査する予定である。

今後の課題として、大気汚染についていえば、

(1) 高煙突による拡散

亜硫酸ガスを経済的に処理することが困難な段階においては、もっとも安易な方法としては高煙突による拡散をおこない、地上濃度の低減をはかる。

(2) 燃料の選択

とくに過密都市においては、良質の燃料を用い、亜硫酸ガスの排出量を減少させる。またはLNGを用いるなど質的な転換をはかる。

(3) 脱硫技術の開発

脱硫の方法には、重油中の硫黄を除く重油脱硫と、排ガス中に含まれる亜硫酸ガスを除く方法がある。重油脱硫については、出光の千葉製油所、日石根岸製油所等で実施、または実施する計画だが、世界的にもその生産規模は小さいので、低硫黄重油の供給にはまだ不十分である。排煙脱硫についても、活性マンガ法、活性炭法等があるが、いずれもテストプラントで実験中のもので、いまだちに大容量施設に使用するわけにはいかない。しかし、脱硫技術が開発されれば、高硫黄分の重油は大量に消費しているところで排煙脱硫を、一般の小型の施設には重油脱硫した低硫黄分の燃料を使用させ、局所汚染を防止することができる。

(4) 工場立地の検討

脱硫技術の開発、高煙突による拡散等も必要であるが、大容量の発生施設については、事前にその立地条件を十分検討する必要がある。

(5) 亜硫酸ガス以外の汚染質の検討

今後都市の過密化にともない、都市公害として自動車排気ガスなどの影響によって、亜硫酸ガス以外の窒素酸化物、炭化水素、一酸化炭素、オゾン

などのほか、燃料中の金属類が排出され、その影響が問題となってこよう。その対策のためには、いまから基礎資料の整備を心がけねばなるまい。

(6) 地域暖冷房の検討

都心地においては、ビルの屋上から黒煙を出しているものが多く、局所汚染の原因をなし、スモッグ発生の一因となっている。しかし、これからは個別暖房から一つの熱供給源によって調整する地域暖房へと移行していくことにより、経済性とともにも大気汚染防止をおこなうことが可能となる。また同じ設備を利用して、冷房をおこなうことも可能である。

産業の発展が、国民生活全体の水準を向上させ、生活内容を豊かにすることは論をまたをいが、産業の活動によって市民の生活環境を破壊するような現象<公害>が往々にして出現することは、許されることではない。都市計画の目的は都市の経済的、社会的な活動が効率よくおこなえ、健康的な都市環境が形成されることにあるのであろうから、環境を悪化させるような条件<公害>については、これを防止する計画が事前に検討されるべきであり、また、再開発によって排除されねばならないだろう。公害対策は、いろいろの異なる行政分野のものが、いかに協力して総合的に公害対策を実施しうるかいなかポイントであろう。

本市で進めてきている公害防止の事前指導は、企業と市民の共存共栄をはかる方向で実施してきているが、企業は市民の生活環境を阻害しないことが企業の発展をもたらすということを理解し、社会的責任において公害防止対策に積極的に取り組んでもらいたい。

<公害センター副主幹>