

神戸市東部大気環境測定局7局での高NO_x時の 原因究明とデータ処理問題

後藤 隆彦

神戸大学工学部情報知能工学科
神戸市灘区六甲台町1

概要

阪神大震災に遭遇しながらも取扱量で日本有数を誇る神戸港湾地域を、大気汚染、二酸化窒素汚染の観点から分析した。①一般環境測定局3局での年平均値はいずれも近年に増加傾向を示し、月別の分析で張るから初夏に（海風時期）増加傾向を示した。これは自排局も含めた4局中3局以上で40ppbを超えた日数についてもこの時系的な変化は明白であった。②この地域での高NO₂濃度下の条件を分析するために7局中5局で日平均値40ppbを越えた日の曜日と天候を解析した。曜日では日曜日0%や土曜日10%に対して火曜日22%が得られた。天候では高気圧下（56%）や低気圧の通過下（27%）が多いことを示した。

キーワード

港湾都市、人工島、高NO₂汚染、瀬戸内気候

1. はじめに

現在各自治体の一般環境大気監視（測定）局などで多くのデータが観測され、大量に蓄積されているが、それらが現実の大気汚染との関係で有効に利用されているとは思われない。またこれらのデータを有効利用するべきスタッフもいない。近年、地球環境問題との関係で大都市とその周辺での大気環境問題が再び社会問題化してきている。この問題は、大量消費の大都市問題とも関係しており、大気汚染発生源が多種多様であると共に、その拡散母体である都市空間も非常に多様であり、かつ都市気象と呼ばれる拡散と熱環境の複雑なフィールドを構成している。筆者らは都市の温暖化と都市大気環境の悪化は同次元で進行していることを全国的な例（Gotoh, 1993）および大阪都市圏での例（後藤, 1996）で示した。その後甲斐らによって首都圏の環状8号線上空で汚染雲の生成が明らかになる中で（甲斐, 1996）、大都市の大気環境問題は、本格的な規制が必要な新しい局面を向かえることとなった。

ここでは、阪神大震災に遭いながらも日本有数の貨物量を有する神戸港湾と云う社会的な要因と大気汚染に対して極めて弱い瀬戸内海気候の特徴から、極めて深刻な大気汚染が進行している実態をデータによって示し、解決のための手法を解析結果から検討した。なおここで使用したデータの一部は神戸市からの速報値であり、発表当日には完成データによる分析結果を発表する予定である。

2. 神戸市東部地域と神戸港湾の歩み

神戸市は、南に瀬戸内海、北に六甲山を有する風光明媚な地形で、東西に24kmと云う細長い都市である。昭和30年代から始まった瀬戸内海海浜の埋立は、当初工業団地として第1工区から第4工区まで行われ、その後神戸港湾を確立するという名目で次々に沖合に埋立が行われ、図1に示した大きな人工島、ポートアイ

ランドと六甲アイランドはそれぞれ1974年と1990年に建設された。これらの人工島では、日本最大の船舶基地が稼動し、年4000万トン以上の物資が取り扱われている。そのための環境リスクも無視できないものになる始めている。特に大型船舶からの大気汚染や物資輸送の大型トレーラーによる大気汚染は深刻化している。この地域が大気汚染上特に深刻なのは次の原因のためである。六甲山の山間部が瀬戸内海にまで迫り、僅かな平野部を構成しているが、上述した瀬戸内海の大規模な埋立によって、渚が遠くなると共に、海風及び陸風の風速が減少し、その時間帯も変化した事であった。さらに人工島で排出された大気汚染物質もこの地域の大気環境に付加されることとなった。人工島での大規模な工業化はこの人工島の中にヒートアイランドを作ることになり、これがまたこの地域での大気環境を複雑化し、大気汚染悪化の原因ともなり始めている。

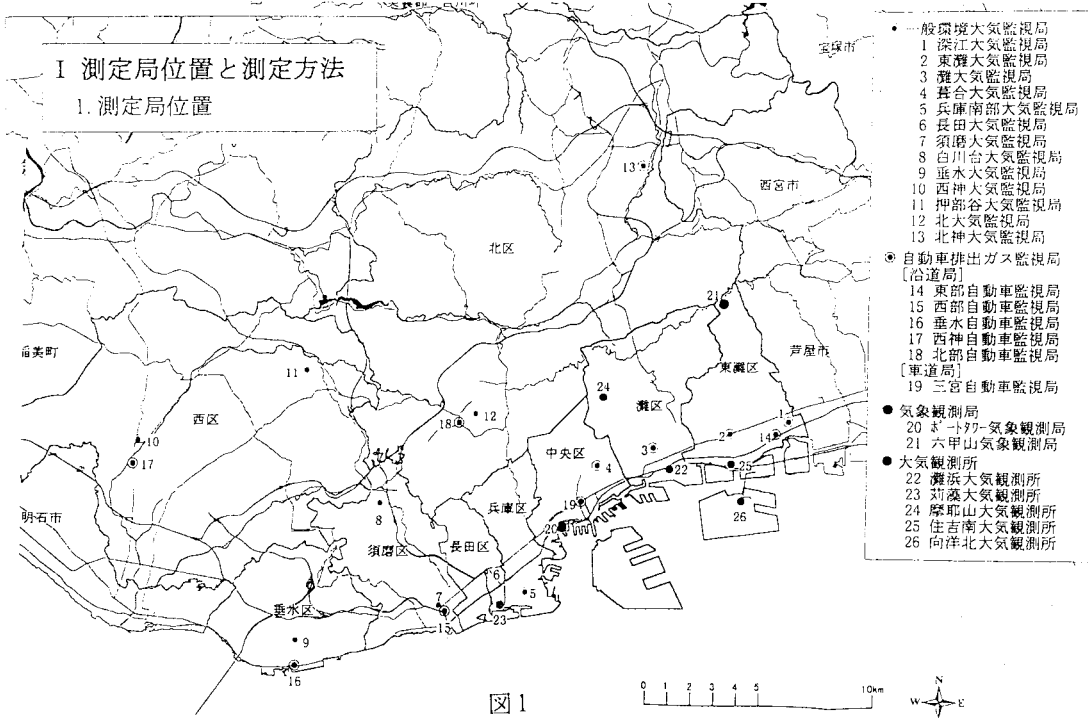


図1

3. データ処理

3.1 歴史的考察

一般的に窒素酸化物 (NOx) 濃度と呼ばれているのは、一酸化窒素 (NO) 濃度と二酸化窒素 (NO2) 濃度との和として取り扱っている。環境基準がNO2で定められていることから、NOx汚染をNO2汚染で議論することが多い。ここでもNOの挙動等が不明なためまずはNO2のみに限定した。

図2は、1981年から1997年までの16年間の4測定局での年平均NO2濃度の経年変化を示している。図のように東部自排局での変化はほとんど見られないものの、一般局3局については明らかに増加傾向を示している。さらにこの東部地域でのNO2濃度が環境基準 60ppbを超過する日数においても、神戸市内で深刻地域であることが図3のように6局中3局が含まれていることから分かる。

一方これらの経年変化は、発生源による変化と埋立などによる地形および大気環境場での変化が考えられ、そのためにこれらの変化は当然季節的に異なることが考えられる。

図4は、図2と同様の16年間の月別のNO2濃度について時系列回帰の計算を行い、各々について相関係数を算出した結果である。図より幾つの特徴が見られるが、特に6、7月の海風の発達時期での増加傾向

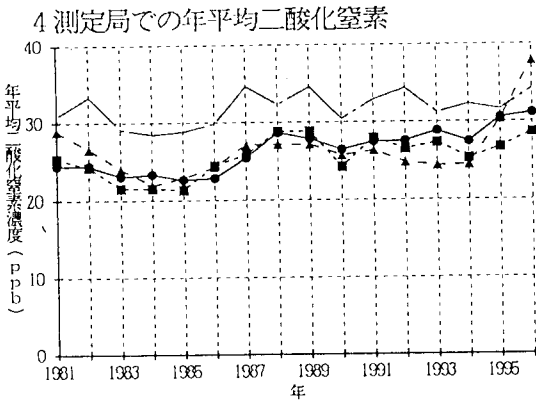


図2

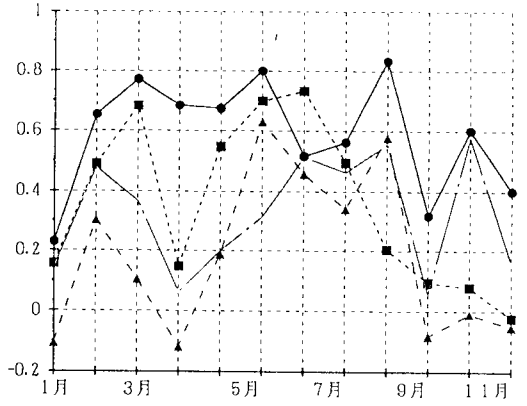
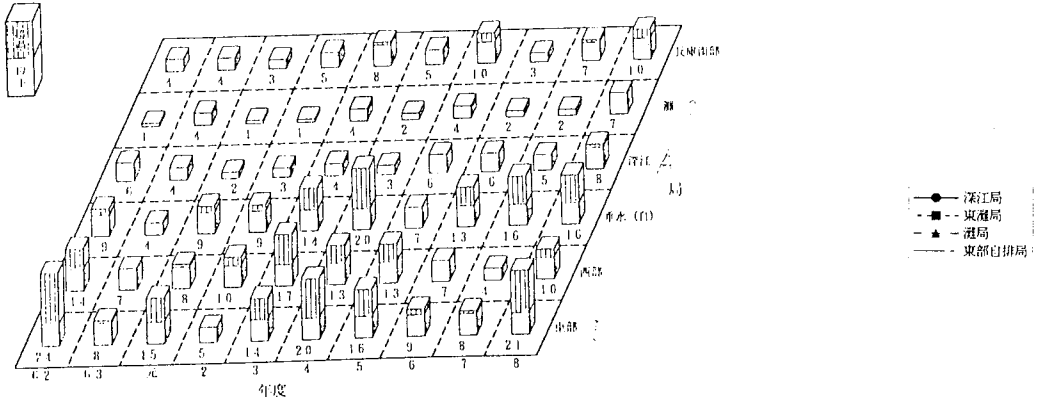


図4



(注) 1 棒下の数字は、環境基準を超過した日数。
 2 縦線の部分は、98%評価による日平均値が0.06ppmを超えた日数。
 (この部分がある場合、環境基準は未達成となる)

図3 二酸化窒素の0.06ppm超過日数の経年変化

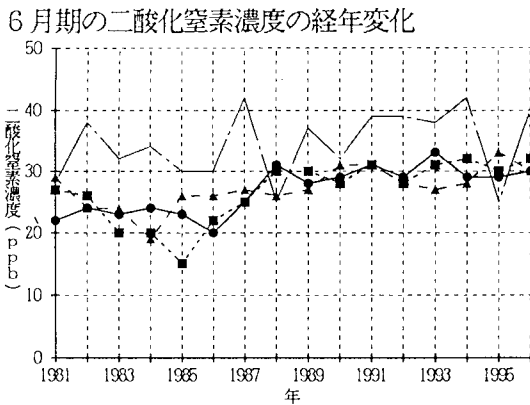


図5

4 測定局中3局で40ppbを越えた日数(3月)

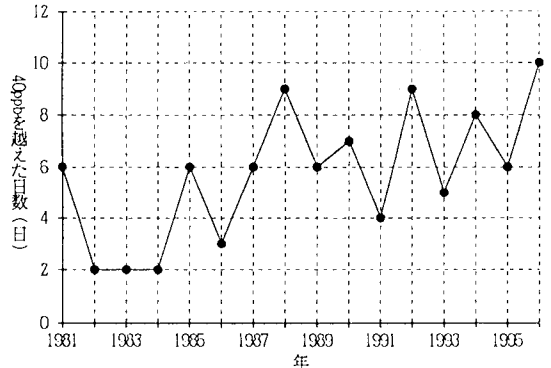


図6

4 測定局中の3局で40ppbを越えた日数

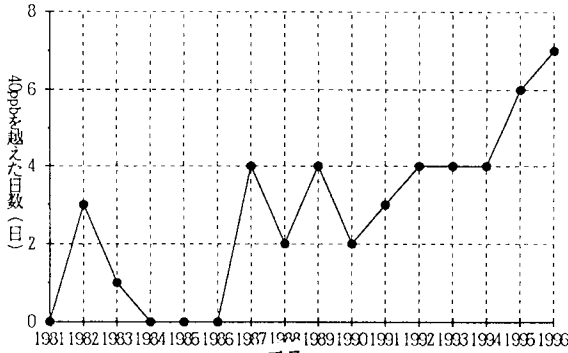


図7

4 測定局中3局で40ppbを越えた日数(12月)

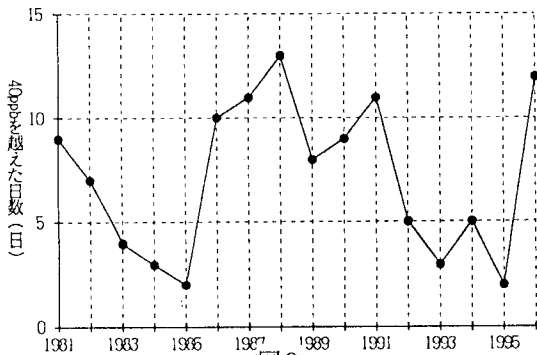


図8

7 測定局の1時間NO2濃度(4月2~3日)

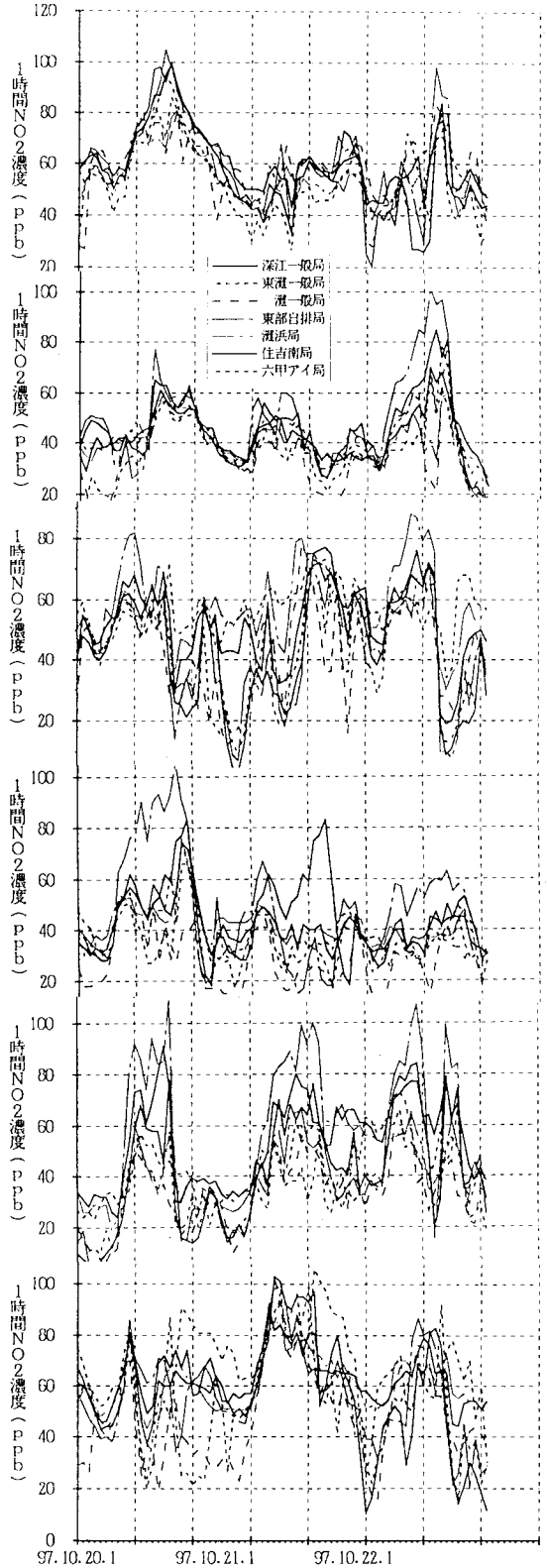


図11-1~図11-7

7 測定局の1時間NO2濃度(4月2~3日)

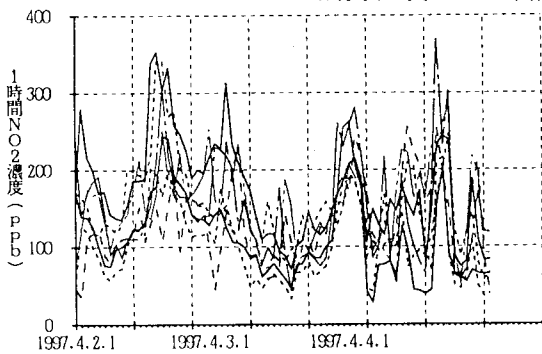


図9

7 測定局の1時間NO2濃度(4月2~3日)

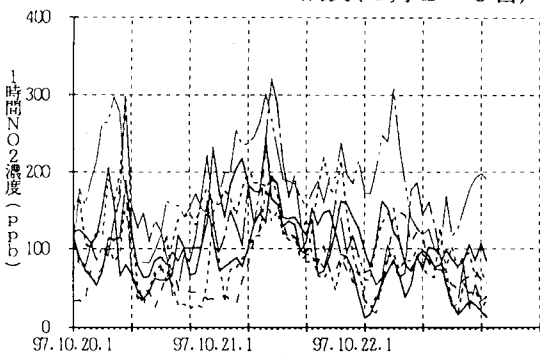


図10

がほぼ4局で認められる一方で、冬期12月や1月にはほとんど相関関係が見られなかった。

図5は、上述した増加傾向が顕著であった6月期での状況を示したものである。図より東部自排局以外での一般局3局での増加傾向が海風が卓越する時期であることから、埋立地から汚染物質が飛来して来たのであろうと推定できる。ここでは、この東部地域でのNO₂汚染が海風が卓越する春期および初夏に深刻化したかを更に検討したい。図6は、3月期において上述した一般局3、自排局1の4測定局中で3局が40ppbを超えた日数を1981年より16年間示したものである。図のように確実な増加傾向を示している。図7は、6月期のもので3月期と比べて更に著しい増加傾向を示している。一方図8は、12月期のもので増加も、減少もない傾向であった。これは近年12月期の高NO₂汚染対策が自治体挙げて行われてきているためであろうと推定される。

3. 2 7測定局でのデータ解析

上記ではNO_x汚染をNO₂汚染に限定することを述べた。しかしNO₂汚染源との関係からNO_x濃度で傾向を見ることが大切であるため、まずは実態を示し、より一般的にはNO₂濃度の時間変化の様子などを示すこととした。

図9は、4月2～4日に出現した高NO_x汚染の実態を示している。300ppbを越えたNO_x濃度が2日の夕刻に六甲アイランド局(26)、住吉南局(25)、東部自排局(14)で観測されている。この日の天候は昨日までの移動性高気圧が崩れて後、低気圧の通過によって発生した。図より分かるように3日間のほとんどの時間帯で100ppbを超過した。このような高濃度汚染は他の月には見られなかったが、図10の10月においても灘浜局(23)と東部自排局でやはり300ppbを超過した。このように国道43沿線上の東部自排局とその南側にある灘浜局、住吉南局、六甲アイランド局でのNO_x汚染がかなり深刻であることを示している。

次にもう少し詳しく見るためにNO₂濃度に絞って検討を行う。

図11-1～図11-7は、4月から10月までの7ヶ月間において各月での高NO₂濃度の日の3日間について1時間値を7測定局について示したものである。図より一見何の情報も得られないように思われるが、よく見ると色々と興味ある減少を見出すことが出来る。第1点は東部自排局での濃度ピークがないのに住吉南局でピークが見られた(7月15日)。第2点は4月及び5月での7測定局での各データでの相関性が他の月と比べて極めて高いことが見られた。これは汚染源からの拡散の影響よりもっと大きな拡散場の影響を受けているためであると思われる。春期での高NO₂濃度はこのような中から大規模の気象影響によると推定されている。

3. 3 7測定局でのデータ頻度分布解析

最後に7測定局でのNO₂濃度の頻度分布について検討した。

図12は、日平均NO₂濃度の累積頻度分布である。図より累積頻度50%の中央値での最小局東灘一般局から最大の住吉南局までで10ppbの濃度差が認められた。高濃度地点は上述したのと同様に、国道43号沿線上の東部自排局とその南部にある3局であった。

7局中で2局以上で40ppbを越えた日数は全日数の32%にも及び、この内灘浜局と住吉南局との結合が最も強く全日数の22%にも及んでいる(図13)。次に7局中で5局以上で40ppbを越えた測定日は、全体の14%にも及び、その曜日の特徴は図14に示すように日曜日0%、土曜日10%に対して火曜日22%と、土日が低いことを示した。同様に測定日の特徴を天候の側から観察すると、図15の結果となった。つまり、移動性等の高気圧下が多く、次に低気圧の通過時期が多くあった。特に10月期には11日の40ppb超過日に対して10日間が移動性高気圧下であった。これらいずれの天候も全体的な傾向に比べて高値であることには間違いない。

図16は、国道43号沿線上の自排局よりも高いNO₂(NO_x)濃度が今も観測されている住吉南局で、誰もが監視できるようにボタン1つで図のようなモニターが表示されている。このような表示は今後の大気汚染制御を考える上で大きな成果であるが、大気汚染制御されるべき相手に向かって1日も早く表示が向けられん事を望むものである。

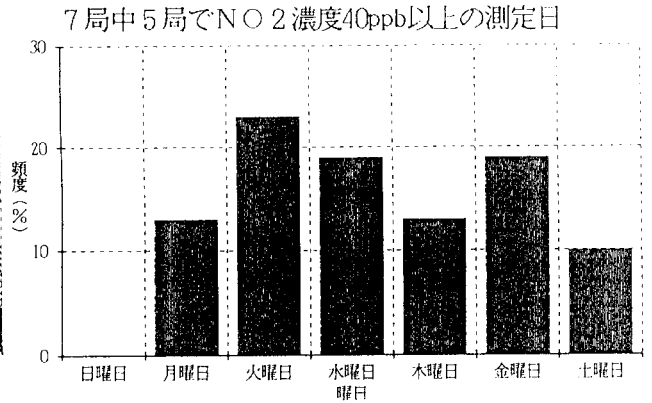
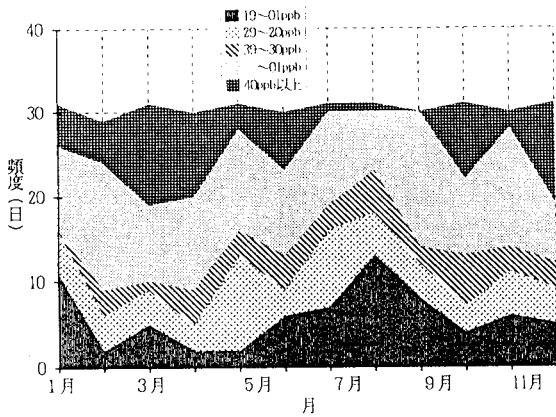


図14

7測定局でのNO2濃度の累積頻度分布

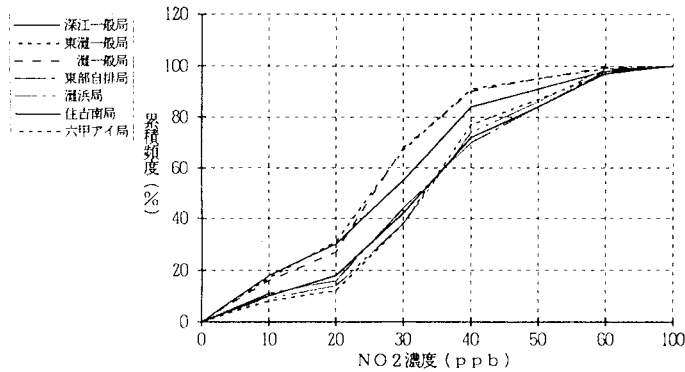


図12

7局中5局でNO2濃度40ppb以上日の天候

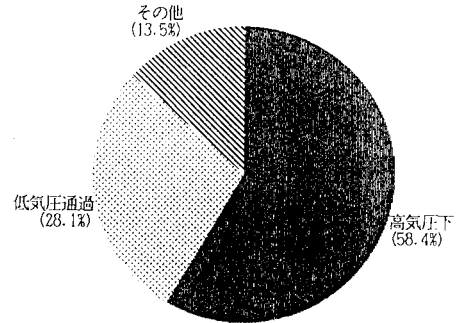


図15

2局以上でNO2濃度40ppb以上の頻度

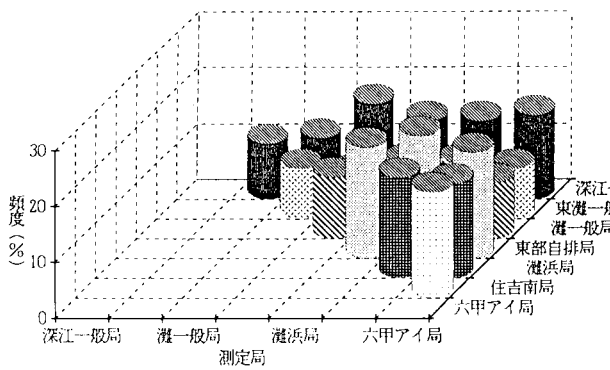


図13

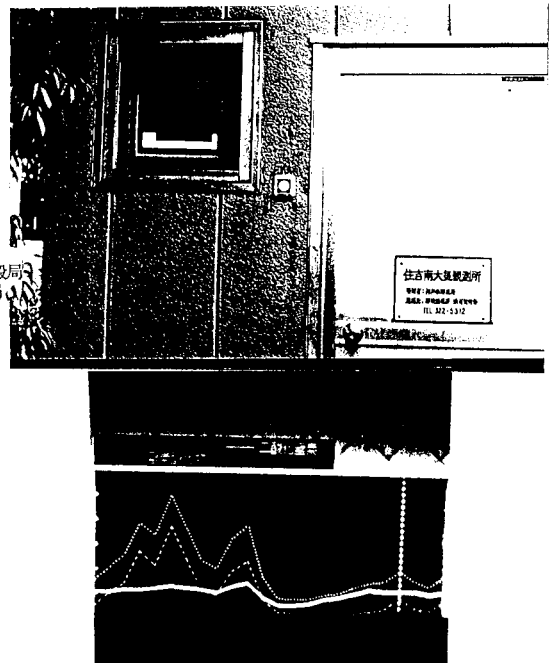


図16