

9. 道路沿の一酸化炭素分布調査

山口 慎一 安井 新

I 緒 言

自動車排出ガスの一指標である一酸化炭素の調査方法としては、自動測定機により連続測定する方法、バックによるガス採取後、自動測定機により分析する方法、注射器により採取後、ガスクロにより分析する方法¹⁾などがある。

ここでは、分布調査に適している注射器による方法について分析条件を検討するとともに、武生市鯖江市の道路沿の一酸化炭素分布調査を実施したので、その結果を報告する。

II 調査方法

1. 調査地点と調査日時

(1) 武生市内 22地点(図-1)

No 1 ~12

昭和52年10月11日

No 13 ~22

昭和52年10月13日

(2) 鯖江市内 20地点(図-2)

No 1 ~10, No11の1回目

昭和52年12月 1日

No 12 ~20, No11の2回目

昭和52年12月 7日

2. 調査項目と測定方法

(1) 一酸化炭素濃度

各測定点を自動車により移動しながら、6mlずつ、約10秒かけてポリエチ製注射器により大気を採取し、持ち帰る。このうちの3mlをガスクロに注入し、一酸化炭素の標準ガスのピーク面積と比較することにより定量する。分析は、2日間でおこなった。

(2) 交通量

10分間の通過台数を計測する。

3. 装置および試薬

(1) 装置と器具

ガスクロマトグラフ

島津GC-5A(検出器FID)

小形反応炉

島津RAF-1A

採取用注射器

テルモ製医療用注射器(容量6ml)

ガスシリンジ

Precision Sampling Corporation製(容量10ml)

(2) 試 薬

カラム充てん剤

ガスクロ工業製モレキュラーシーブ13-X

還元触媒

和光純薬製シマライトニッケル

一酸化炭素標準ガス

製鉄化学製(濃度43.3 ppm)

メタン標準ガス

" (濃度846 ppm)

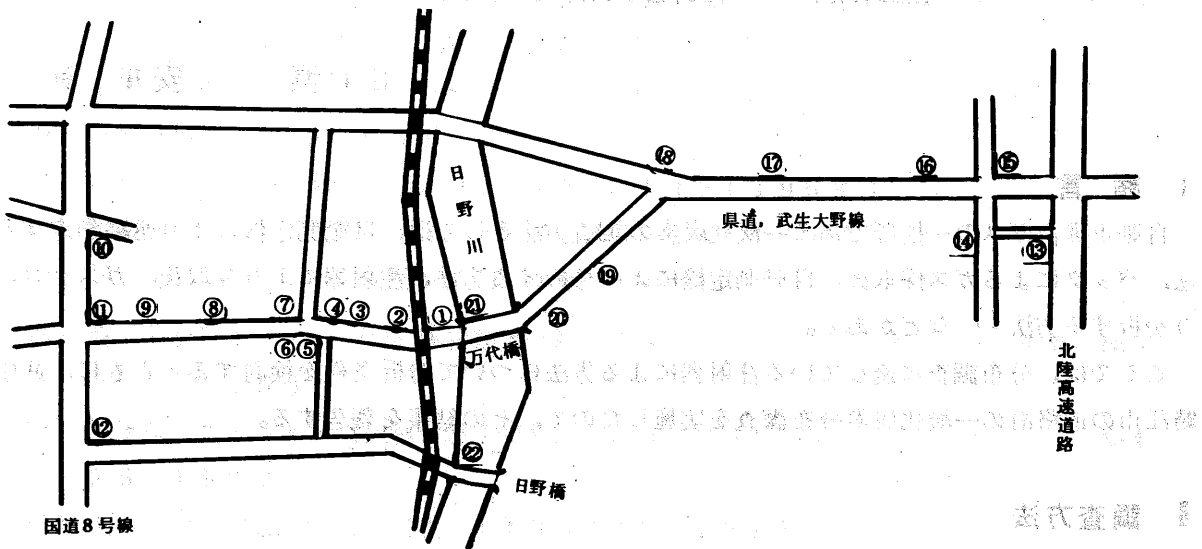


図-1 武生市内の測定地点

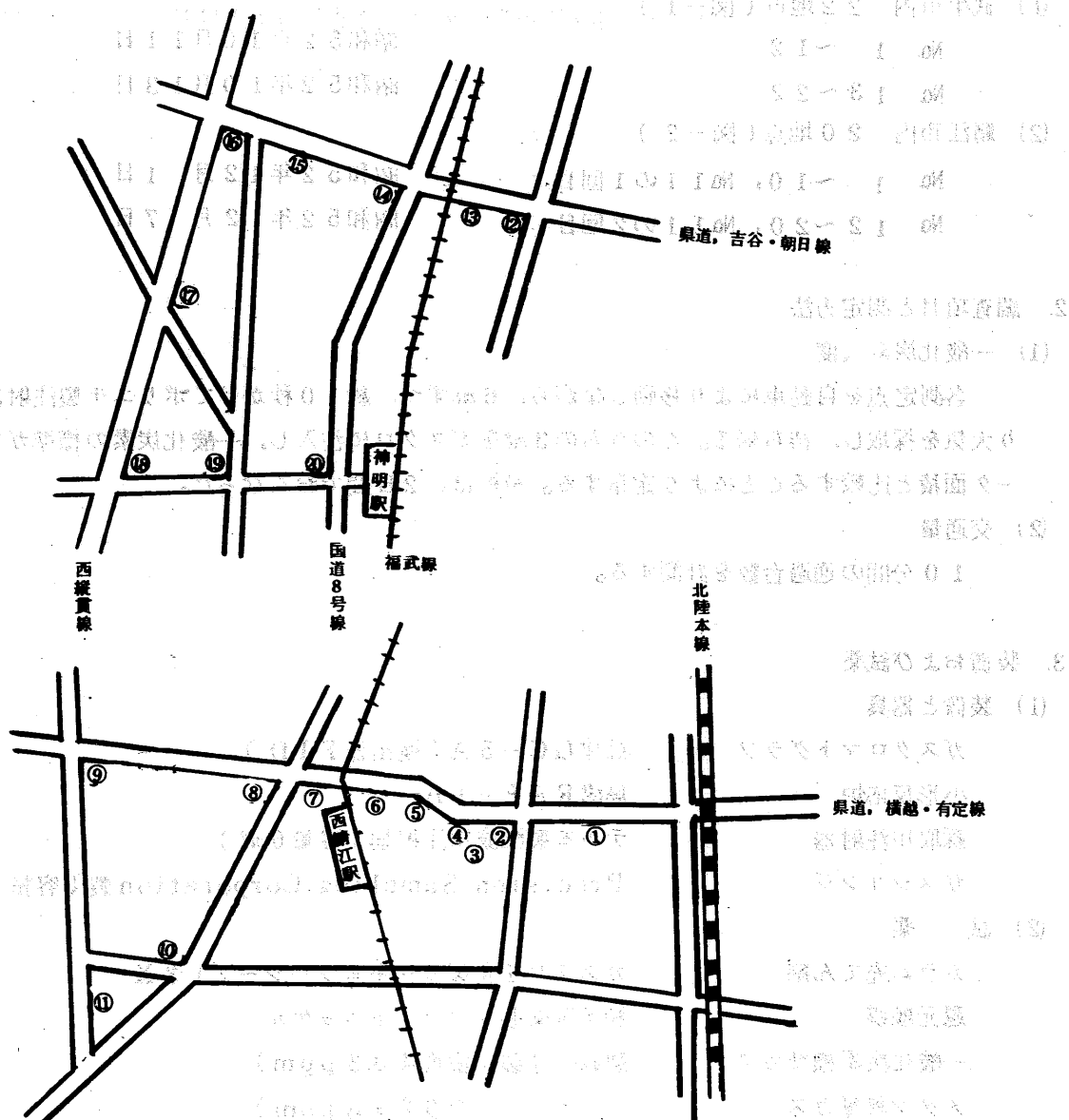


図-2 鯖江市内の測定地点

4. 分析方法の検討

(1) 流量の設定について

キャリアガスである水素流量を一定にして、窒素ガスの流量を変えた時の感度変化を図-3に示す。これによると、水素流量 20 ml/min 、窒素流量 80 ml/min においてピークを示す。

キャリアガス流量が小さい場合、一酸化炭素の保持時間が大きくなり、一検体あたりの分析時間が長くなるため、これに匹敵する感度となる水素流量 60 ml/min 、窒素流量 100 ml/min で分析することにする。この条件での分析時間は、約5分である。

(2) 反応炉の温度設定について

反応炉の設定温度を変えた場合の感度変化を図-4に示す。これによると 700 度においてピークを示すため、反応炉温度を 700 度に設定する。

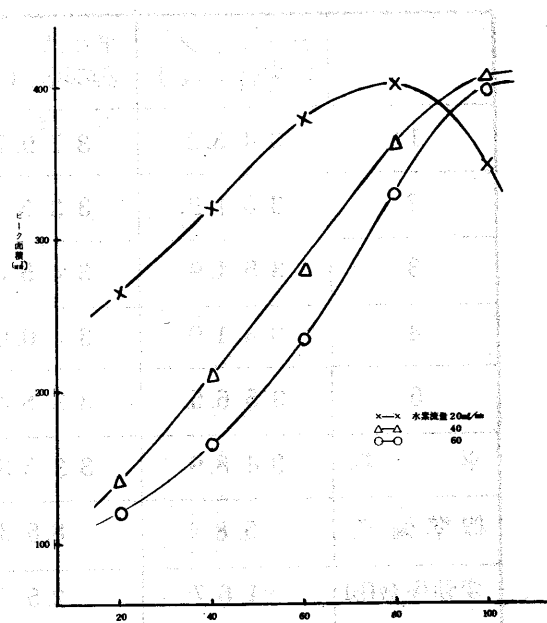


図-3 流量を変えた時の感度変化

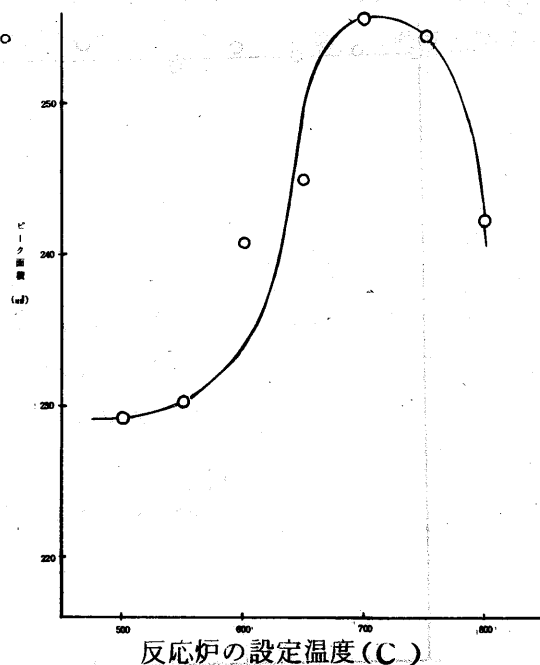


図-4 反応炉の温度設定条件

(3) 一酸化炭素のメタンへの変換について

上記の使用条件において、一酸化炭素の既知量とメタンの既知量をガスクロに注入し、検量線を求めた結果を図-5に示す。

この場合、メタンは真空びん中で希釈し濃度の標定したものを用い、ガスの注入はガスシリンジにより、おこなった。一酸化炭素の検量線とメタンの検量線は一致しており、一酸化炭素はメタンに100%還元されていると考えられる。

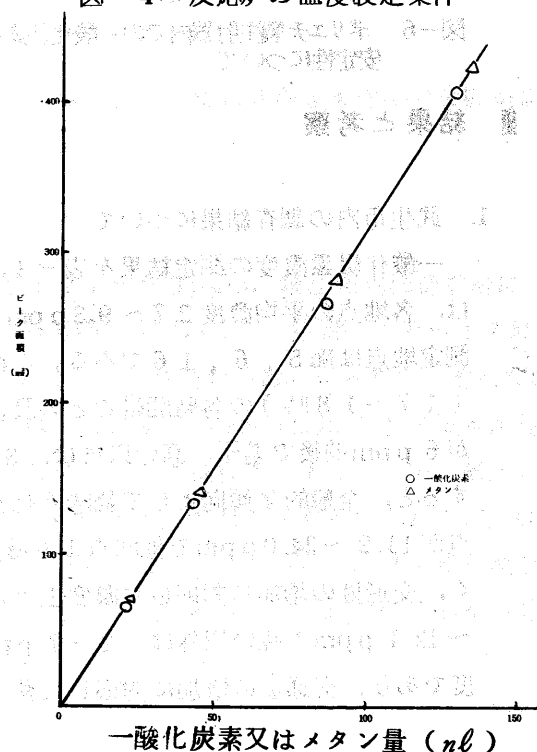


図-5 一酸化炭素およびメタンの検量線

(4) ポリエチ製注射器内での一酸化炭素の保存について

濃度 4 3.3 ppmの一酸化炭素 5 mlをポリエチ製注射器内に入れ、注射器内での一酸化炭素の保存性を見た結果を図-6に示す。この場合、経時的に、ポリエチ製注射器内の一酸化炭素を3 mlガスクロに注入したピーク面積と、一酸化炭素の標準ガス(濃度 4 3.3 ppm) 3 mlをガスシリンジにより注入したピーク面積との比較により、保存率を求めた。これによると、15日間、安定である。

(5) 分析精度

濃度 43.3 ppmの一酸化炭素 3 mlを、それぞれ、ガスシリンジ、ポリエチ製注射器により注入し、変動係数、回収率を求めた結果を表-1に示す。

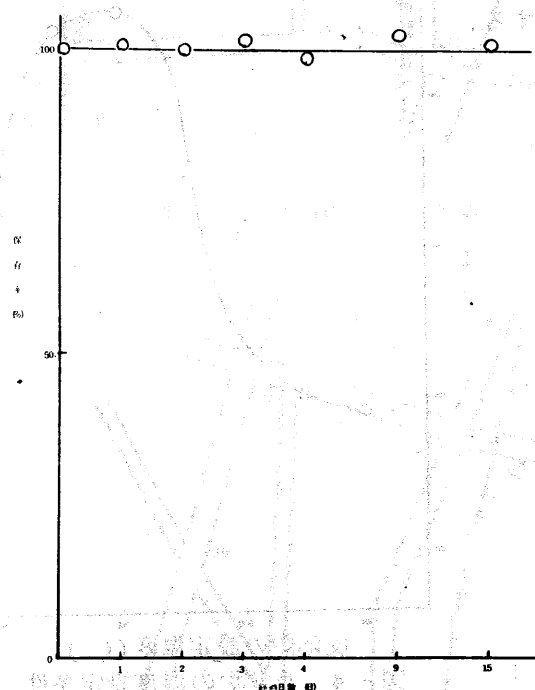


図-6 ポリエチ製注射器内での一酸化炭素の安定性について

表-1 分析精度

	ガスシリンジ の場合 (mm^2)	ポリエチ注射 器の場合 (mm^2)
1	3 4 3.2	3 1 9.7
2	3 5 1.9	3 3 3.5
3	3 5 1.9	3 4 5.0
4	3 4 1.0	3 4 0.0
5	3 5 6.5	3 3 8.4
平 均	3 4 8.9	3 3 5.3
標準偏差	5.8 4	8.6 3
変動係数(%)	1.6 7	2.5 7
回収率 (%)	9 6.1	

■ 結果と考察

1. 武生市内の調査結果について

一酸化炭素濃度の測定結果を表-2、交通量の調査結果を表-4に示す。一酸化炭素については、各地点の平均濃度 2.7 ~ 9.3 ppm, 平均 5.0 ppmである。平均濃度が 7 ppm以上である測定地点はNo 5, 6, 16である。これを朝(7時30分~9時), 昼(10~17時), 夕方(17~18時)の各時間帯ごとの濃度分布を見てみると、昼間については、No 10, 20地点が 6 ppm前後で若干、高い以外は、3 ~ 5 ppmであり、地点間の差は見られない。また、平均すると、全般的な傾向として経時変化も見られない。朝方については、No 6, 7, 16, 18地点が 11.2 ~ 24.0 ppmで他地点より濃度が高い。また、平均すると、昼間の濃度レベルよりも高く、交通量の増加に対応した濃度上昇が見られる。夕方については、No 10, 21地点が、10 ~ 12.1 ppmで高い以外は、2 ~ 7 ppmである。また、全般的には、昼間の濃度レベルと同程度であり、交通量の増加に対応した濃度上昇が見られない。

2. 鯖江市内の調査結果について

一酸化炭素濃度の測定結果を表-3, 交通量の調査結果を表-5に示す。一酸化炭素については, 各地点の平均濃度2.7~148ppm, 平均5.5ppmである。平均濃度が8ppmを超える測定地点は, No1, 6, 7, 14である。これを朝(7時30分~9時), 昼(10~17時), 夕(17時~18時30分)の各時間帯ごとの濃度分布を見てみると, 昼間については, No6, No19地点が6ppm前後で高い以外は, 2~5ppmであり, 地点間の差は見られない。また, 武生市の場合と同様に, 経時変化が見られない。朝方については, No7, 9, 16地点が10.3~12.4ppmで他地点より濃度が高い。また, 全般的に, 昼間の濃度レベルより高く, 交通量の増加に対応した濃度上昇が見られる。夕方については, No6, 7, 14地点が19.4~24.9ppmで他地点より高い。また, 交通量の増加に対応した濃度上昇が見られるが, 朝方の濃度上昇より顕著である。

IV 結 語

1. 分析条件について

ガスクロマトグラフ	島津GC-5A(検出器FID)
カラム	ステンレスカラム3mmφ×2m
カラム充填物	モレキュラーシーブ13X
カラム温度	室温
キャリアガス	水素60ml/min(圧1.2Kg/cm ²)
窒素流量	100ml/min
空気流量	1L/min
注入口温度	130度
反応炉温度	700度
注入量	3ml

この条件のもとで, 一酸化炭素は100%, メタンに還元され, 変動係数3%程度で分析可能である。また, 一検体あたりの分析時間は約5分である。

2. 分布調査結果について

武生市内の道路沿については, 一酸化炭素の平均濃度2.7~9.3ppm, 鯖江市内の道路沿については, 平均濃度2.7~148ppmである。これを時間帯別に見てみると, 昼間(10~17時)における平均濃度は, 武生, 鯖江市とも, 2~5ppmであり, 経時変化は, 見られず, 地点間の差も見られない。武生市の場合, 朝方の通勤時間帯には, 交通量の増加に対応した濃度上昇が見られるが, 夕方には, 濃度の上昇が見られず, 昼間の濃度レベルと同程度である。一方, 鯖江市の場合には, 朝方, 夕方の通勤時間帯とも, 交通量の増加に対応した濃度上昇が見られるが, 朝より夕方の方に濃度上昇が顕著に見られる。また, 幹線道路との交差点, 市街地の住宅密集地など, 車が渋滞しやすく, 自動車排出ガスが拡散しにくい地点では, 濃度レベルが高い傾向が見られた。

表-2 一酸化炭素濃度の測定結果 (武生市)

(単位 ppm)

測定時刻 地点 番号	① 7:00	② 7:30	③ 8:00	②・③ 平均	④ 9:00	⑤ 10:00	⑥ 11:00	⑦ 12:00	⑧ 13:00	⑨ 14:00	⑩ 15:00	⑪ 16:00	⑤・⑪ 平均	⑫ 17:00	⑬ 17:30	⑫・⑬ 平均	⑭ 18:00	⑮ 19:00	総平均
1	1.6	3.1	4.5	3.8	—	2.5	—	2.9	—	3.8	—	3.6	3.2	1.9	1.6	1.8	—	3.0	2.9
2	2.8	5.9	11.1	8.5	—	3.4	—	2.7	—	3.8	—	4.3	3.6	2.3	3.8	3.1	—	11.8	5.2
3	2.1	8.4	4.6	6.5	—	2.9	—	2.9	—	3.2	—	1.2	2.6	1.5	1.7	1.6	—	2.3	3.1
4	2.3	5.9	5.9	5.9	3.0	3.9	3.0	2.1	2.9	3.4	3.1	4.1	3.2	4.9	2.2	3.6	1.1	1.6	3.3
5	4.7	7.9	7.5	7.7	36.9	10.7	2.6	2.9	3.3	3.7	4.4	4.0	4.5	2.5	2.9	2.7	2.3	13.1	7.3
6	4.4	13.8	9.8	11.8	28.1	4.0	8.6	5.0	3.5	3.8	3.5	4.8	4.7	6.6	7.6	7.1	5.9	3.0	7.5
7	4.8	7.9	15.9	11.9	11.6	6.0	4.6	3.3	5.0	5.5	2.7	10.4	5.4	3.6	4.7	4.2	4.1	4.2	6.3
8	7.8	7.8	9.4	8.6	—	3.1	—	3.7	—	4.1	—	3.4	3.6	2.2	3.1	2.7	—	2.3	4.7
9	2.4	1.7	6.9	4.3	—	3.8	—	2.8	—	3.4	—	6.8	4.2	4.5	2.6	3.6	—	2.7	3.8
10	1.8	5.7	2.9	4.3	—	5.9	—	3.2	—	6.3	—	8.8	6.1	6.2	12.9	10.0	—	7.4	6.1
11	4.5	4.7	10.6	7.7	—	3.1	—	6.7	—	4.8	—	5.0	4.9	4.5	3.3	3.9	—	2.1	4.9
12	3.2	8.2	4.6	6.4	—	5.2	—	4.1	—	3.9	—	4.7	4.5	3.5	2.7	3.1	—	2.2	4.2
13	2.7	3.0	3.6	3.3	—	6.1	—	2.3	—	2.0	—	1.8	3.1	1.7	1.9	1.8	—	2.4	2.7
14	3.3	3.6	2.7	3.2	—	3.7	—	2.9	—	2.0	—	3.8	3.1	2.1	2.6	2.4	—	1.7	2.8
15	4.3	2.9	2.7	2.8	—	2.4	—	2.7	—	2.3	—	3.4	2.7	4.3	2.0	3.2	—	5.0	3.2
16	5.5	43.1	4.8	24.0	—	6.4	—	5.2	—	2.9	—	3.1	4.4	4.8	7.9	6.4	—	9.1	9.3
17	7.0	13.8	2.6	8.2	—	5.2	—	7.7	—	3.0	—	2.8	4.7	2.1	—	2.1	—	4.1	5.4
18	10.1	14.6	7.7	11.2	—	5.8	—	3.7	—	3.3	—	3.0	4.0	3.0	6.4	4.7	—	4.6	6.2
19	3.7	5.6	10.3	8.0	—	8.2	—	3.3	—	2.2	—	3.6	4.3	4.0	3.5	3.8	—	3.1	4.7
20	3.7	3.7	8.0	5.9	—	4.3	—	2.8	—	3.4	—	12.0	5.6	2.0	2.8	2.4	—	4.4	4.7
21	6.4	7.7	3.7	5.7	—	7.6	—	2.3	—	4.7	—	3.0	4.4	11.9	12.3	12.1	—	3.8	6.3
22	5.1	3.5	9.4	6.5	—	2.4	—	3.7	—	4.2	—	3.8	3.5	1.4	4.6	3.0	—	4.4	4.3
平均	4.3	8.3	6.8	7.6	19.9	4.8	4.7	3.6	3.7	3.6	3.4	4.6	4.1	3.7	4.4	4.0	3.4	4.5	5.0
最高	10.1	43.1	15.9	24.0	36.9	10.7	8.6	7.7	5.0	6.3	4.4	12.0	6.1	11.9	12.9	12.1	5.9	13.1	9.3
最低	1.6	1.7	2.6	3.2	3.0	2.4	2.6	2.1	2.9	2.0	2.7	1.2	2.6	1.4	1.6	1.6	1.1	1.6	2.7

表-3 一酸化炭素濃度の測定結果 (鯖 江 市)

測定時刻 測定地点		①	②	③	①~③ 平 均	④	⑤	⑥	⑦	⑧	④~⑧ 平 均	⑨	⑩	⑪	⑨~⑪ 平 均	⑫	総平均
1	7:30	9.1	8.8	7.2	8.4	1.7	2.7	—	2.2	—	2.2	8.1	15.7	14.8	12.9	12.0	8.2
2	7:30	7.9	5.5	4.5	6.0	1.8	4.1	—	—	—	3.0	1.9	14.2	24.4	13.5	4.7	7.7
3	7:30	2.4	2.0	2.6	2.4	1.6	2.9	—	4.0	—	2.8	4.4	2.0	2.3	2.9	3.0	2.7
4	7:30	5.6	6.5	3.2	5.1	2.2	1.7	—	3.9	—	2.6	7.3	5.3	5.1	5.9	9.3	5.0
5	7:30	3.3	2.3	3.1	2.9	3.0	2.5	—	3.1	—	2.9	11.5	8.7	4.5	8.2	6.3	4.8
6	7:30	3.0	4.1	4.9	4.0	1.7	3.3	—	13.5	—	6.2	24.6	27.2	6.4	19.4	10.8	10.0
7	7:30	18.7	9.5	9.0	12.4	1.7	3.3	—	8.9	—	4.6	48.3	17.1	9.3	24.9	22.3	14.8
8	7:30	8.4	4.2	2.8	5.1	3.8	1.4	—	6.0	—	3.7	5.8	4.0	17.2	9.0	5.4	5.9
9	7:30	8.2	10.9	11.8	10.3	2.9	4.5	—	1.9	—	3.1	4.8	3.4	1.4	3.2	8.2	5.8
10	7:30	2.7	2.3	2.6	2.5	2.2	3.3	—	2.0	—	2.5	3.8	3.8	1.8	3.1	2.9	2.7
11	7:30	3.3	2.6	3.9	3.3	3.1	2.3	—	3.8	—	3.1	7.0	6.1	2.2	5.1	3.6	3.8
12	7:30	5.8	4.9	1.9	4.2	1.4	1.3	1.0	3.2	3.1	2.0	8.6	3.8	—	6.2	—	3.5
13	7:30	13.5	5.3	2.9	7.2	1.7	1.2	1.5	2.0	1.2	1.5	13.0	1.0	—	7.0	—	4.3
14	7:30	3.0	2.3	3.4	2.9	1.7	1.5	4.8	2.8	1.6	2.5	9.1	2.7	—	5.9	—	3.3
15	7:30	4.6	13.5	7.1	8.4	17.4	1.5	1.0	1.0	2.4	4.7	24.3	19.2	—	21.8	—	9.2
16	7:30	3.0	4.4	3.0	3.4	6.6	3.6	0.8	1.3	1.1	2.7	2.4	4.8	—	3.6	—	3.1
17	7:30	9.1	18.0	4.6	10.6	2.3	2.5	1.6	3.1	15.4	5.0	18.1	3.5	—	10.8	—	7.8
18	7:30	6.0	7.2	8.8	7.3	3.2	1.9	2.1	3.8	6.2	3.4	8.6	3.6	—	6.1	—	5.1
19	7:30	6.1	8.5	8.2	7.6	4.8	1.6	3.0	3.2	5.6	3.6	11.3	5.2	—	8.3	—	5.7
20	7:30	3.8	—	—	3.8	5.6	4.0	8.6	4.0	7.4	5.9	10.1	16.3	—	13.2	—	7.5
20	7:30	14.7	7.7	3.8	8.7	14.2	2.1	1.5	2.8	3.7	4.9	3.6	4.6	—	4.1	—	5.9
平均		6.8	6.5	5.0	6.1	4.0	2.5	2.6	3.8	4.8	3.5	11.3	8.2	8.1	9.3	8.0	5.5
最高		18.7	18.0	11.8	12.4	17.4	4.5	8.6	13.5	15.4	6.2	48.3	27.2	24.4	24.9	22.3	14.8
最低		2.4	2.0	1.9	2.4	1.4	1.2	0.8	1.0	1.1	1.5	1.9	1.0	1.4	2.9	2.9	2.7

表-4 交通量の測定結果(武生市)

〔単位 台/時〕

時刻 地点	7:00	7:30	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	17:30	18:00	19:00	平均
蓬萊町	411	1155	1236	930	1032	1140	1056	1083	1236	1065	1188	1359	1395	1254	801	1089
万代橋①	447	1380	1176	—	768	—	810	—	783	—	870	1200	1368	—	729	953
〃 ②	516	1065	735	—	618	—	554	—	543	—	612	705	894	—	489	673

(注) 測定年月日 - 蓬萊町

昭和52年10月11日

万代橋①, ②

昭和52年10月13日

表-5 交通量の測定結果(鯖江市)

10分間の交通量(台/10分)			交 通 量		10分間の交通量(台/10分)			交 通 量	
測定時間	東 進	西 進	時 間	(台/時)	測定時間	東 進	西 進	時 間	(台/時)
7:40	48	77	7~8	75.0	7:30	66	50	7~8	69.6
8:10	67	87	8~9	80.1	8:05	124	42	8~9	75.0
8:40	60	53			8:35	47	37		
10:05	48	62	10~11	66.0	10:00	46	38	10~11	50.4
13:05	75	63	13~14	82.8	13:20	44	48	13~14	55.2
16:00	61	57	16~17	70.8	15:30	45	50	15~16	57.0
17:00	65	77	17~18	97.2	16:00	49	43	16~17	51.0
17:30	115	67			16:30	38	40		
18:00	81	75	18~19	93.6	17:00	30	87	17~18	75.6
19:00	61	51	19~20	67.2	17:30	63	72		
(県道 横越有定線)			平均	79.1	(県道 吉谷朝日線)			平均	62.0

V 謝 辞

この調査は、武生市、鯖江市の依頼により実施したもので、サンプリング、交通量の調査について、武生市環境課、鯖江市生活環境課の御協力をいただいた。

参 考 文 献

- 1) 加藤龍雄：『大気汚染のガスクロマトグラフ技術』, P105.(1975), (三共出版)