

2. 調 査 研 究 報 告

1. 幹線道路周辺における炭化水素成分調査(第5報)

— 福井市における水平分布調査 —

高田敏夫, 内田利勝, 正通寛治, 植山洋一
吉川昌範, 山田寿寛, 有賀 紀

I 緒 言

光化学オキシダントの原因物質の一つである炭化水素は自動車をはじめとする移動発生源や、石油貯蔵施設などの固定発生源から排出されており、環境での炭化水素汚染を解明するには、これらの各種発生源からの排出ガスの特性、ならびに環境への影響について把握しておくことが重要である。

このため、当所では主として自動車排出ガスとの関連で道路沿いで炭化水素成分の分布調査を実施してきた。^{1) 2) 3) 4)} 今回はその一環として、国道8号線で低沸点炭化水素成分の水平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

調査地点は他の発生源の影響を直接受けない地点を選定した。選定した地点は図-1に示したとおりである。

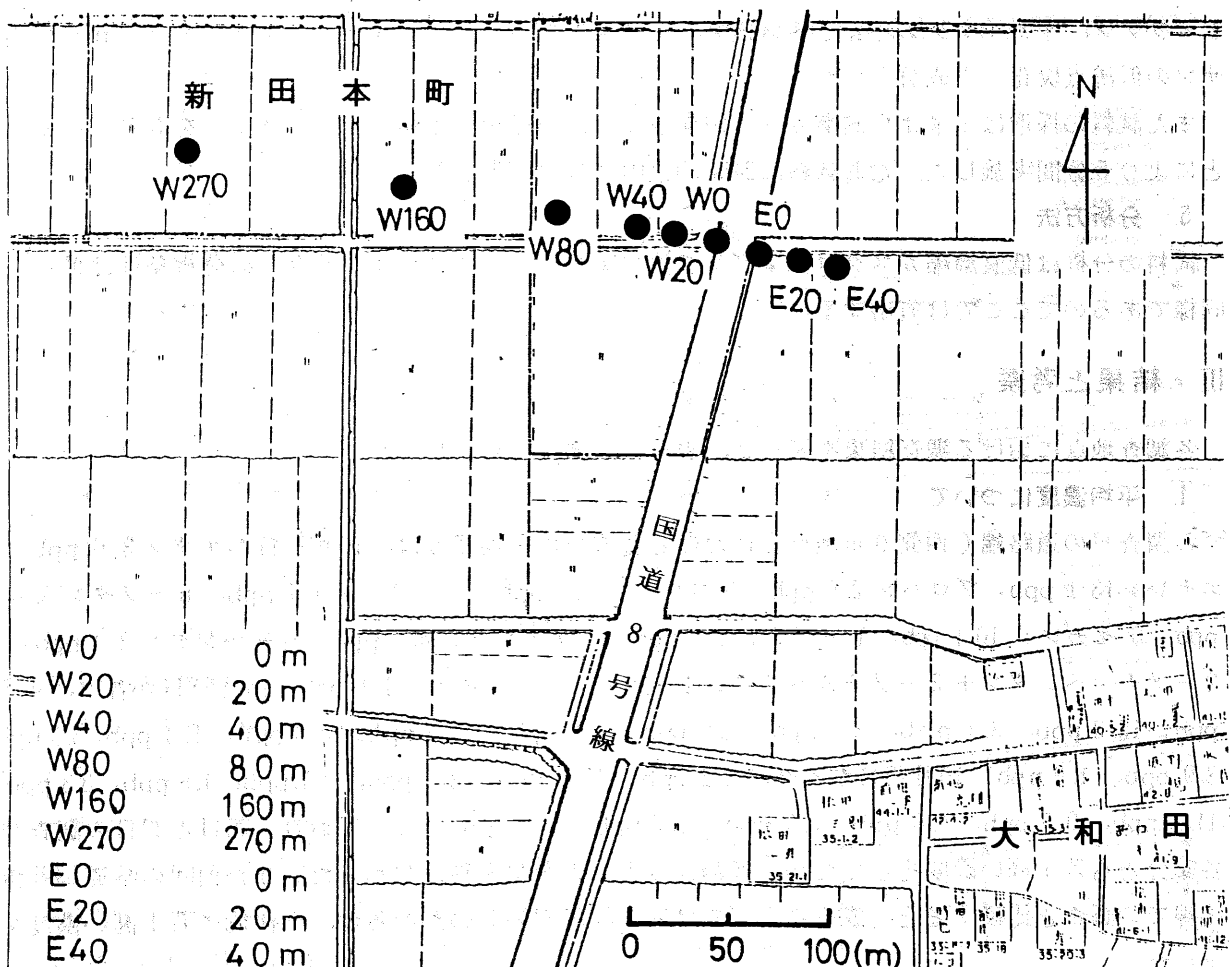


図-1 調査地点略図(福井市新田本町 国道8号線)

2. 調査期日

昭和57年10月27日 8:00～9:00 道路西側方向6地点で同時に3回試料を採取した。
 昭和57年10月28日 8:00～9:00 道路西側方向6地点で同時に2回試料を採取した。
 昭和57年10月29日 8:00～9:00 道路両側6地点で同時に2回試料を採取した。

3. 調査時の気象条件及び交通量

調査結果は表-1に示すとおりである。調査時を通して天候は快晴で、27、28日は風向がSSW系で道路に対してほぼ平行に吹いていた。また29日はSEE系で道路に対して斜め方向に吹いており、風速も弱かった。

表-1. 調査時の気象条件及び交通量

調査年月日	測定日	測定時刻	気象条件*		交通量(台)		
			風向	風速(m/sec)	上り(福井方面)	下り(金沢方面)	合計
昭和57年 10月27日	1回目	8:12~8:17	SSW	3.0	108	94	202
	2回目	8:23~8:28	SSW	3.0	112	75	187
	3回目	8:34~8:39	SSW	2.5	108	68	176
昭和57年 10月28日	1回目	8:07~8:12	S~SSW	2.7	110	98	208
	2回目	8:17~8:22	SW~S	2.3	106	75	181
昭和57年 10月29日	1回目	8:00~8:05	SSE	1.0	111	93	204
	2回目	8:09~8:14	SSW~SSE	0.7	101	80	181

* 道路端から西側40mの地点で測定した。

4. 調査項目及び試料採取方法

調査項目はエタン、エチレン、プロパン、プロピレン、イソブタン、n-ブタン、アセチレン、1-ブテン、イソペンタン、n-ペンタン、2-メチルペンタン+3-メチルペンタン、n-ヘキサンの低沸点炭化水素成分とした。

また試料の採取は1ℓホウ硅酸ガラス製真空ビンに内径約0.4mmのキャピラリーを取りつけることにより5分間実施した。なお試料は24時間以内に分析に供した。

5. 分析方法

試料の分析は低温濃縮ガスクロマトグラフ法によった。ガスクロマトグラフの分析条件は前報⁴⁾と同様であるのでここでは省略する。

III 結果と考察

各調査地点における調査結果を表-2、表-3、表-4に示した。

1. 平均濃度について

各調査日の道路端(西側0m地点)における各成分の平均濃度は、10月27日がエタン3.6ppb、エチレン13.1ppb、プロパン2.6ppb、プロピレン3.4ppb、イソブタン1.7ppb、n-ブタン3.0ppb、アセチレン10.1ppb、1-ブテン0.7ppb、イソペンタン4.0ppb、n-ペンタン2.4ppb、2-メチルペンタン+3-メチルペンタン1.9ppb、n-ヘキサン1.1ppb、10月28日が各々、4.5ppb、15.3ppb、3.4ppb、3.8ppb、1.9ppb、4.0ppb、11.3ppb、0.8ppb、5.4ppb、3.6ppb、3.9ppb、1.9ppb、10月29日が各々、4.2ppb、15.8ppb、3.6ppb、4.7ppb、1.8ppb、3.3ppb、11.1ppb、0.9ppb、5.6ppb、3.7ppb、3.2ppb、2.2ppbとなっており、28日と29日の調査が各成分とも若干高い濃度を示したが、各調査日とも大きな変動はなかった。また前回の県道福井勝山線での調査と比較すると、成分によってはほぼ同程度のものがあるが、全体的に若干高い濃度を示した。

2. 各成分の水平分布について

(1) 距離減衰について

各成分の道路からの距離減衰を図-2, 図-3, 図-4に示した。図-5には道路端濃度を基準とした比率でもって示した。各成分についてみると以下のとおりである。

- 1) エタン, イソブタン, n-ブタンは道路端から40m付近までなだらかな減衰を示すが, それ以上離れると減衰はみられず一定の濃度を示した。
- 2) プロパンは距離減衰がみられず, 一定の傾向を示さなかった。道路の両側での調査(図-4)でも, 風上にあたる東側と風下にあたる西側の濃度はほとんど差がみられなかった。
- 3) エチレン, プロピレン, アセチレン, 1-ブテン, イソペンタン, n-ペンタンはほぼ同様な減衰傾向を示しており, 道路端から40m付近まで急激な減衰を示し, 80m付近まで減衰がつづくが, それ以上離れると減衰はみられず一定の濃度を示した。
- 4) 2-メチルペンタン+3-メチルペンタンとn-ヘキサンは検出限界以下や, 欠測が多かったため, 図-5には示さなかったが, 28日の結果をみるかぎり, エチレン等と同様な減衰傾向を示しており, 減衰は若干大きかった。

また, 表-5にはこれらの成分の減衰パターンを近似する式として, $y = ax^b$ (y:濃度 ppb, x:道路端からの距離 m) を仮定し最小2乗法により求めたパラメータ a, b を示した。実測値では40~80m付近で濃度が一定となるため近似式のあてはめは若干無理があるが, 比較的よい一致を示している。このパラメータ b は減衰の強さをあらわしており, エタン, イソブタン, n-ブタンは, $b = -0.038 \sim -0.050$, エチレン, プロピレン, アセチレン, 1-ブテン, イソペンタンは $b = -0.100 \sim -0.126$ となっており, b の値が小さい成分ほど減衰が強い。

以上の結果より, 今回の国道8号線での調

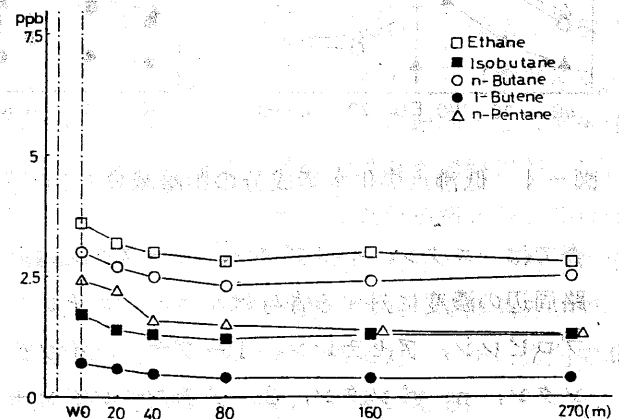
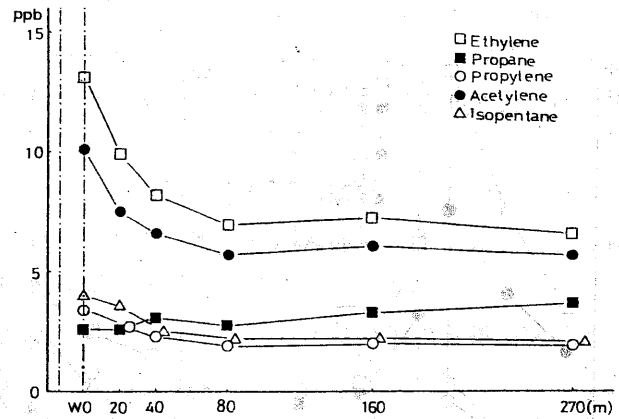


図-2 低沸点炭化水素成分の距離減衰(10月27日)

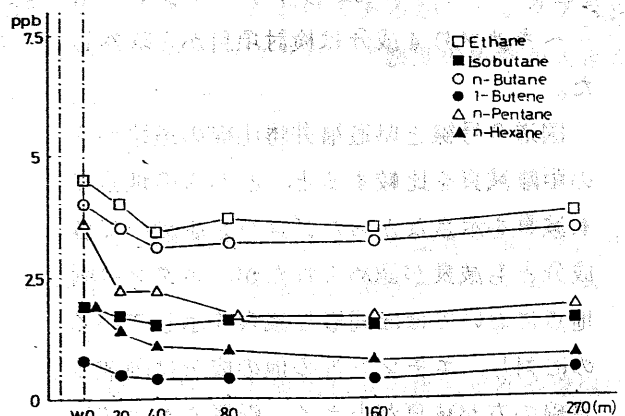
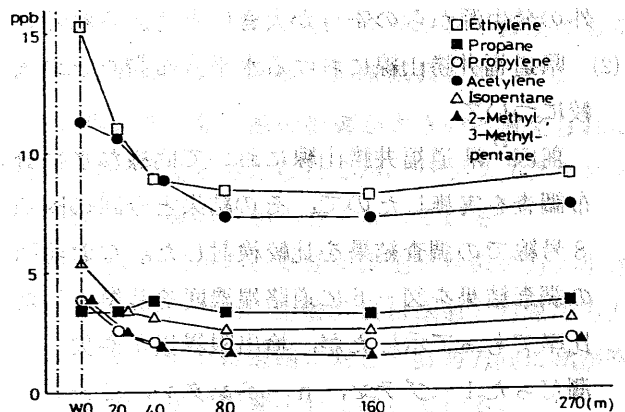


図-3 低沸点炭化水素成分の距離減衰(10月28日)

表-5 近似式のパラメータ

成分名	a	b
エタン	3.9	-0.038
エチレン	13.9	-0.121
プロピレン	3.5	-0.119
イソブタン	1.8	-0.050
n-ブタン	3.3	-0.041
アセチレン	10.8	-0.100
1-ブテン	0.7	-0.101
イソペンタン	4.5	-0.123
n-ペンタン	2.9	-0.126

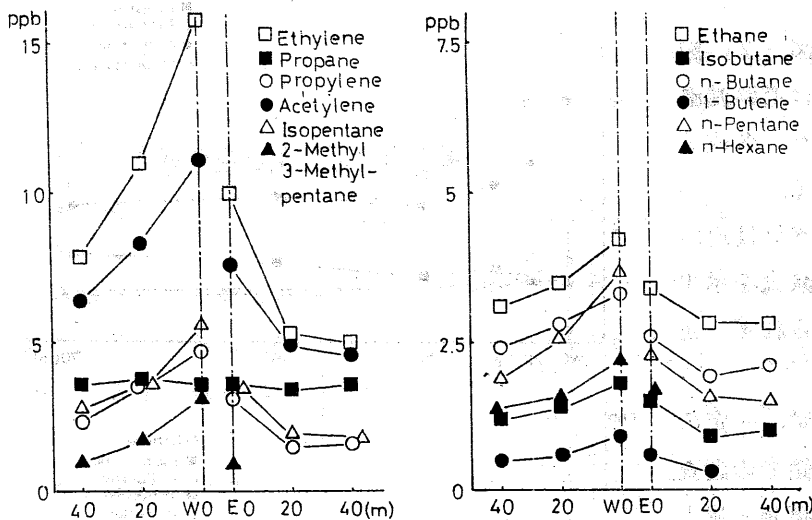


図-4 低沸点炭化水素成分の距離減衰(10月29日)

査では、エタン、イソブタン、n-ブタンは道路周辺の濃度に対する寄与は小さく、エチレン、プロピレン、アセチレン、1-ブテン、イソペンタン、n-ペンタン、2-メチルペンタン+3-メチルペンタン、n-ヘキサンは大きかったと考えられる。プロパンについては自動車以外の発生源からの寄与が大きいと考えられる。

(2) 県道福井勝山線における水平分布調査との比較について

前回⁴⁾ 県道福井勝山線において同様な水平分布調査を実施したので、その結果と今回の国道8号線での調査結果を比較検討した。なお前回の調査結果を図-6に道路端濃度を基準とした比率でもって示したが、検出限界以下や欠測だった1-ブテン、n-ペンタン、2-メチルペンタン+3-メチルペンタン、n-ヘキサン⁴⁾り4成分は検討項目から除外した。

国道8号線と県道福井勝山線の道路からの距離減衰を比較すると、どちらの地点でも減衰を示さなかったプロパンを除いて各成分とも減衰が認められたが、エタンは両地点においてほぼ同様な減衰を示しているのに対し、エチレン等の他の成分は国道8号線の方が減衰が小さく、影響をおよぼしている距離も小さかった。このことは国道

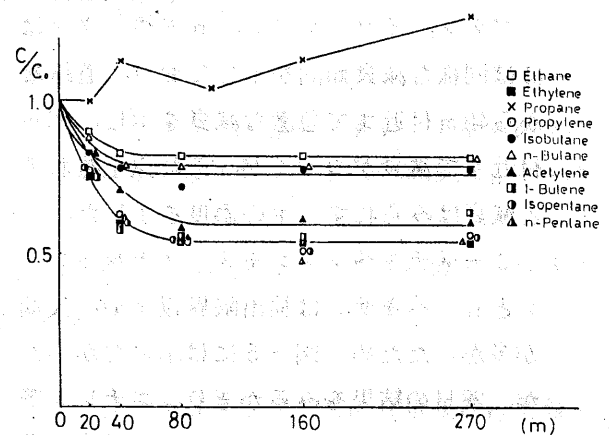


図-5 道路端濃度に対する減衰比(国道8号線(10月27日, 28日全測定値の平均))

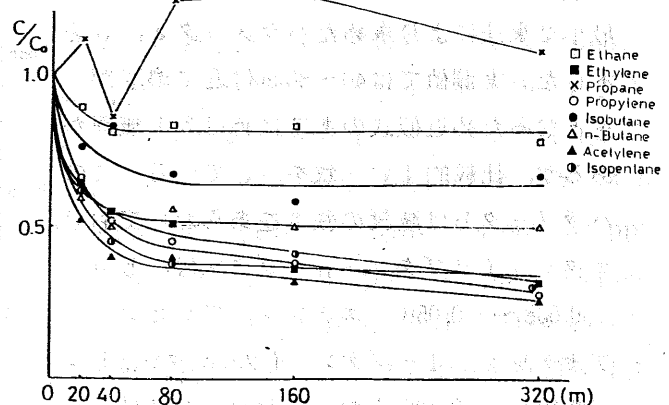


図-6 道路端濃度に対する減衰比(県道福井勝山線)

8号線の方が県道福井勝山線に比べて当該地域のバックグラウンド濃度の影響が大きく相対的に道路からの寄与が小さかったと考えられるが、道路端濃度をみると国道8号線の方が若干高い程度なのに対し、減衰が一定になる濃度(すなわち当該地域のバックグラウンド濃度に近い値と考えられる)はエチレン等において約2倍程度高い値を示していた。

そこで道路からの直接の影響の大きさをみるため、減衰が一定になる濃度を当該地域のバックグラウンド濃度と仮定して、バックグラウンド濃度で補正した距離減衰を図-7に示した。これからわかるように、イソペンタンが国道8号線の各測定点で高い値を示したが、エタンとイソブタンはほぼ同じ値を、エチレン、プロピレン、n-ブタン、アセチレンは県道福井勝山線の方が各測定点で高い値を示していた。

一方、各成分の両道路における排出量を交通量から推測すると、国道8号線での調査時における交通量は約190台/5分間、県道福井勝山線が約150台/5分間となっており、国道8号線の方が排出量が多いと考えられるが、上述したように、エタン、イソブタンにおいては濃度にかわりなく、エチレン等においては逆に国道8号線のほうが低くなっていた。この原因として気象条件が考えられるが、両調査時の際だった違いは風向であり、国道8号線では風が道路に対してほぼ平行で測定点側が若干風上になっていたのに対し、県道福井勝山線では風が道路に対してほぼ直角方向に吹いていたことがあげられる。また風速も国道8号線の方が若干大きく、これらの要因が各成分の拡散に影響を与えたものと考えられる。すなわち風向が道路に対して直角方向で、風速も弱かった県道福井勝山線では道路からの影響が大きく、風向が道路に対して平行方向で測定点が若干風上になっていた国道8号線では道路からの影響が小さかったといえる。

以上のことから各成分の距離減衰は風向風速、バックグラウンド濃度などによってかわってくるということがわかったが、各成分についてまとめると次のとおりである。

- 1) エタンは道路からの影響の大きさにほとんど差がなく、しかもバックグラウンド濃度にも差がみられないことから、国道8号線と県道福井勝山線において同様な距離減衰を示した。
- 2) プロパンは両地点とも減衰が認められず、自動車以外の発生源の影響が大きいと考えられる。
- 3) イソブタンは両地点とも道路からの直接の影響は同程度と考えられるが、バックグラウンド濃度は国道8号線の方が高いため、距離減衰は国道8号線の方が小さくなっている。
- 4) エチレン、プロピレン、n-ブタン、アセチレンは道路からの影響が国道8号線の方が小さく、しかもバックグラウンド濃度は国道8号線の方が高いため、距離減衰は国道8号線の方が小さくなっている。またエチレン、プロピレン、アセチレンは道路に対して直角方向に風が吹いていた県道福井勝山線の方が道路からより離れた地点まで影響をおよぼしている。
- 5) イソペンタンは道路からの影響が国道8号線の方が大きかったわけであるが、バックグラウンド濃度は国道8号線の方が高く、道路からの影響よりバックグラウンド濃度の影響が大きかったため、やはり国道8号線の方が距離減衰は小さくなっている。

IV 結 語

今回の国道8号線、前回の県道福井勝山線での低沸点炭化水素成分の水平分布調査を通して、各成分の道路からの影響を明らかにするとともに、距離減衰パターンが各々の地域のバックグラウンド濃度、風向風速によって変化することをみることができた。

今後は中沸点炭化水素成分も含め、自動車以外の発生源についても炭化水素の排出特性や環境に与える影響について調査を実施していくつもりである。

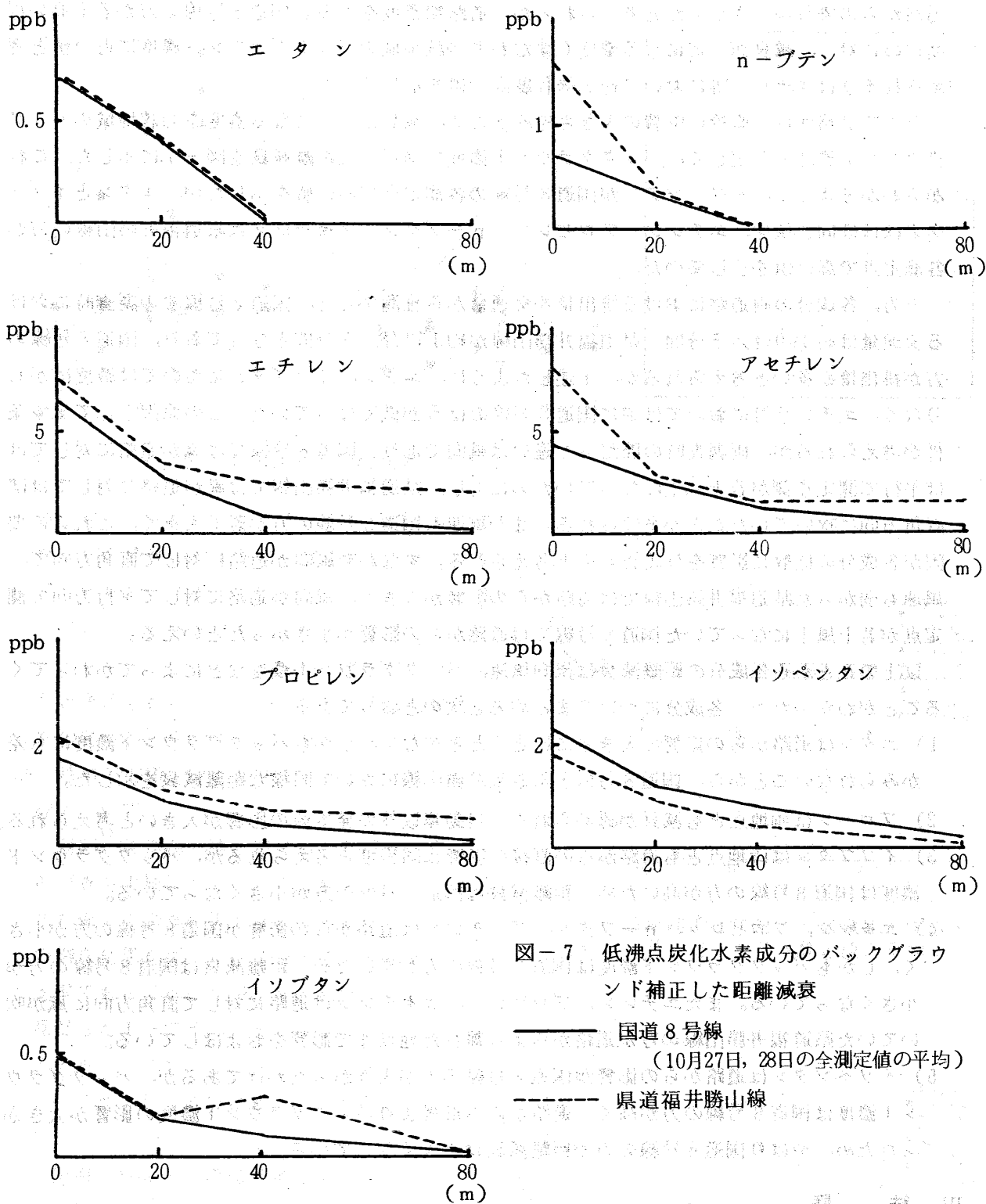


図-7 低沸点炭化水素成分のバックグラウンド補正した距離減衰
 — 国道 8 号線
 (10月27日, 28日の全測定値の平均)
 - - 県道福井勝山線

参考文献

- 1) 坪内 彰他：本報，9， 135 (1979)
- 2) 内田利勝他：本報，10， 61 (1980)
- 3) 坪内 彰他：本報，10， 68 (1980)
- 4) 高田敏夫他：本報，11， 71 (1981)

表-2. 低沸点炭化水素成分の測定結果(10月27日)

1回目 8:12~8:17

単位: ppb

測定地点	W0m	W20m	W40m	W80m	W160m	W270m	検出限界
エ タ ン (C_2H_6)	3.5	3.2	3.0	3.0	2.8	2.8	0.1
エ チ レ ン (C_2H_4)	12.4	9.2	7.9	7.5	7.0	6.7	0.1
ブ ロ パ ン (C_3H_8)	2.7	2.9	3.1	3.0	3.7	4.2	0.1
ブ ロ ビ レ ン (C_3H_6)	3.2	2.5	2.4	2.3	2.0	2.2	0.2
イ ソ ブ タ ン (C_4H_{10})	1.9	1.5	1.5	1.4	1.3	1.4	0.2
n - ブ タ ン (C_4H_{10})	3.1	2.7	2.8	2.6	2.6	2.6	0.2
ア セ チ レ ン (C_2H_2)	8.6	7.1	6.8	6.3	6.2	6.6	0.5
1 - ブ テ ン (C_4H_8)	0.7	0.6	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3
イ ソ ペ ン タ ン (C_5H_{12})	4.2	3.2	2.9	2.4	2.3	2.4	0.3
n - ペ ン タ ン (C_5H_{12})	2.9	1.9	2.1	1.5	1.6	1.5	0.4
(2-メチルペンタン)+(3-メチルペンタン) (C_6H_{14})	1.9	1.5	1.5	0.9	-	-	0.9
n - ヘ キ サ ン (C_6H_{14})	1.0	0.7	0.7	-	-	-	0.7

2回目 8:23~8:28

単位: ppb

測定地点	W0m	W20m	W40m	W80m	W160m	W270m	検出限界
エ タ ン (C_2H_6)	3.7	3.4	3.3	2.9	3.2	3.0	0.1
エ チ レ ン (C_2H_4)	14.1	11.5	10.2	7.8	9.0	7.7	0.1
ブ ロ パ ン (C_3H_8)	2.8	2.7	2.8	2.7	3.3	2.7	0.1
ブ ロ ビ レ ン (C_3H_6)	3.4	3.3	2.7	2.0	2.2	2.1	0.2
イ ソ ブ タ ン (C_4H_{10})	2.1	1.7	1.5	1.3	1.6	1.4	0.2
n - ブ タ ン (C_4H_{10})	3.8	3.4	3.0	2.8	3.0	3.1	0.2
ア セ チ レ ン (C_2H_2)	11.9	8.9	8.1	5.9	7.8	6.3	0.5
1 - ブ テ ン (C_4H_8)	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.3
イ ソ ペ ン タ ン (C_5H_{12})	4.5	4.2	3.1	2.7	2.4	2.2	0.3
n - ペ ン タ ン (C_5H_{12})	2.7	2.7	1.8	2.0	1.4	1.4	0.4
(2-メチルペンタン)+(3-メチルペンタン) (C_6H_{14})	2.5	2.9	1.4	-	-	-	0.9
n - ヘ キ サ ン (C_6H_{14})	1.2	1.2	1.0	-	-	-	0.7

3回目 8:34~8:39

単位: ppb

測定地点	W0m	W20m	W40m	W80m	W160m	W270m	検出限界
エ タ ン (C_2H_6)	3.5	2.9	2.8	2.6	2.8	2.7	0.1
エ チ レ ン (C_2H_4)	12.8	9.0	6.4	5.6	5.9	5.3	0.1
ブ ロ パ ン (C_3H_8)	2.3	2.2	3.3	2.8	2.9	4.2	0.1
ブ ロ ビ レ ン (C_3H_6)	3.6	2.4	1.8	1.5	1.7	1.5	0.2
イ ソ ブ タ ン (C_4H_{10})	1.1	0.9	0.8	0.8	0.9	1.0	0.2
n - ブ タ ン (C_4H_{10})	2.2	1.9	1.6	1.6	1.7	1.9	0.2
ア セ チ レ ン (C_2H_2)	9.9	6.6	4.8	4.9	4.4	4.3	0.5
1 - ブ テ ン (C_4H_8)	0.6	0.5	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3
イ ソ ペ ン タ ン (C_5H_{12})	3.3	3.5	1.6	1.5	1.9	1.7	0.3
n - ペ ン タ ン (C_5H_{12})	1.5	2.0	1.6	0.9	1.2	1.1	0.4
(2-メチルペンタン)+(3-メチルペンタン) (C_6H_{14})	1.4	-	-	-	-	-	0.9
n - ヘ キ サ ン (C_6H_{14})	1.2	-	-	-	-	-	0.7

表-3. 低沸点炭化水素成分の測定結果(10月28日)

1回目 8:07~8:12

単位: ppb

測定地点	W0m	W20m	W40m	W80m	W160m	W270m	検出限界
エタノン (C ₂ H ₆)	4.9	4.1	3.1	3.7	3.5	3.8	0.1
エチレン (C ₂ H ₄)	18.7	11.8	8.8	8.3	7.1	9.0	0.1
プロパン (C ₃ H ₈)	3.2	3.3	4.2	3.4	3.1	3.6	0.1
プロピレン (C ₃ H ₆)	4.5	2.7	2.2	2.0	1.6	2.0	0.2
イソブタン (C ₄ H ₁₀)	2.1	1.6	1.6	1.7	1.4	1.4	0.2
n-ブタン (C ₄ H ₁₀)	4.3	3.4	3.2	3.5	3.0	3.1	0.2
アセチレン (C ₂ H ₂)	13.0	12.0	10.1	7.3	6.6	7.8	0.5
1-ブテン (C ₄ H ₈)	0.9	0.5	0.3	0.4	0.3	0.5	0.3
イソペンタン (C ₅ H ₁₂)	5.9	3.7	3.2	2.4	2.2	2.7	0.3
n-ペンタン (C ₅ H ₁₂)	4.0	2.4	2.4	1.7	1.5	1.8	0.4
(2-メチルペンタン)+(3-メチルペンタン) (C ₆ H ₁₄)	4.8	2.5	1.8	1.6	1.1	2.2	0.9
n-ヘキサン (C ₆ H ₁₄)	2.3	1.5	1.2	0.9	0.8	0.8	0.7

2回目 8:17~8:22

単位: ppb

測定地点	W0m	W20m	W40m	W80m	W160m	W270m	検出限界
エタノン (C ₂ H ₆)	4.1	3.8	3.7	3.7	3.4	3.8	0.1
エチレン (C ₂ H ₄)	11.9	10.2	8.9	8.5	9.2	8.9	0.1
プロパン (C ₃ H ₈)	3.5	3.5	3.3	3.2	3.3	3.8	0.1
プロピレン (C ₃ H ₆)	3.0	2.5	2.0	1.9	2.1	2.2	0.2
イソブタン (C ₄ H ₁₀)	1.7	1.8	1.4	1.4	1.6	1.7	0.2
n-ブタン (C ₄ H ₁₀)	3.6	3.6	3.0	2.9	3.3	3.3	0.2
アセチレン (C ₂ H ₂)	9.6	9.2	7.5	7.3	7.8	7.6	0.5
1-ブテン (C ₄ H ₈)	0.7	0.5	0.4	0.4	0.4	0.6	0.3
イソペンタン (C ₅ H ₁₂)	4.8	3.1	2.9	2.8	2.8	3.3	0.3
n-ペンタン (C ₅ H ₁₂)	3.2	2.0	1.9	1.7	1.8	2.0	0.4
(2-メチルペンタン)+(3-メチルペンタン) (C ₆ H ₁₄)	3.0	2.4	1.9	1.8	1.8	2.0	0.9
n-ヘキサン (C ₆ H ₁₄)	1.5	1.3	0.9	1.1	0.8	1.0	0.7

表-4 低沸点炭化水素成分の測定結果(10月29日)

1回目 8:00~8:05

単位: ppb

測定地点	W0m	W20m	W40m	E0m	E20m	E40m	検出限界
エ タ ン (C ₂ H ₆)	4.3	3.9	3.2	3.3	2.9	2.8	0.1
エ チ レ ン (C ₂ H ₄)	16.4	12.3	8.6	9.4	5.3	4.7	0.1
ブ ロ バ ン (C ₃ H ₈)	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.7	0.1
ブ ロ ピ レ ン (C ₃ H ₆)	4.8	3.5	2.5	2.6	1.4	1.5	0.2
イ ソ ブ タ ン (C ₄ H ₁₀)	1.7	1.5	1.4	1.6	0.9	1.0	0.2
n - ブ タ ン (C ₄ H ₁₀)	3.4	3.0	2.6	2.6	1.9	2.2	0.2
ア セ チ レ ン (C ₂ H ₂)	11.8	9.2	7.2	7.2	5.2	4.5	0.5
1 - ブ テ ン (C ₄ H ₈)	0.9	0.7	0.5	0.6	0.5	-	0.3
イ ソ ペ ン タ ン (C ₅ H ₁₂)	5.0	4.1	3.3	3.6	1.4	1.4	0.3
n - ペ ン タ ン (C ₅ H ₁₂)	3.1	2.8	2.1	2.1	1.0	0.9	0.4
(2-メチルペンタン)+ (3-メチルペンタン) (C ₆ H ₁₄)	3.1	1.9	1.0	-	-	-	0.9
n - ヘ キ サ ン (C ₆ H ₁₄)	2.4	1.4	1.8	1.8	-	-	0.7

2回目 8:09~8:14

単位: ppb

測定地点	W0m	W20m	W40m	E0m	E20m	E40m	検出限界
エ タ ン (C ₂ H ₆)	4.0	3.1	3.0	3.5	2.7	2.7	0.1
エ チ レ ン (C ₂ H ₄)	15.1	9.6	7.1	10.5	5.2	5.3	0.1
ブ ロ バ ン (C ₃ H ₈)	3.3	3.6	3.3	3.5	2.8	3.5	0.1
ブ ロ ピ レ ン (C ₃ H ₆)	4.6	3.4	2.0	3.6	1.5	1.7	0.2
イ ソ ブ タ ン (C ₄ H ₁₀)	1.8	1.3	1.0	1.4	0.8	0.9	0.2
n - ブ タ ン (C ₄ H ₁₀)	3.1	2.4	2.2	2.5	1.9	1.9	0.2
ア セ チ レ ン (C ₂ H ₂)	10.4	7.3	5.6	7.9	4.5	4.7	0.5
1 - ブ テ ン (C ₄ H ₈)	0.9	0.5	0.4	0.5	-	-	0.3
イ ソ ペ ン タ ン (C ₅ H ₁₂)	6.1	3.2	2.4	3.3	2.5	2.1	0.3
n - ペ ン タ ン (C ₅ H ₁₂)	4.3	2.4	1.7	2.4	2.2	2.1	0.4
(2-メチルペンタン)+ (3-メチルペンタン) (C ₆ H ₁₄)	3.3	1.6	1.2	1.9	-	-	0.9
n - ヘ キ サ ン (C ₆ H ₁₄)	1.9	1.7	0.9	1.5	0.8	-	0.7