

吉備国際大学
国際環境経営学部研究紀要
第19号, 15-27, 2009

簡易測定法で観測された高梁市道路近傍の大気中二酸化窒素濃度について

小田 淳子*, 橋本 大祐**

Airborne Concentration of Nitrogen Dioxide in the Roadside of Takahashi City
By Using a Simplified Measuring Method

Junko Oda* and Daisuke Hashimoto**

キーワード：大気中の二酸化窒素，パッシブサンプラー法，高梁市の道路沿道，交通量，
大気汚染常時監視測定局

1. はじめに

岡山県中部の中山間地域に隣接する高梁市は森林資源と自然に恵まれており、水質や大気の大気汚染物質を排出する事業所や工場（発生源）が少ない。このため、大気中の汚染物質濃度をモニタリングする自動測定機の設置された大気汚染常時監視測定局（以後、大気測定局と略す）市内に配置されていない（岡山県，2008）。一方、高梁市内には国道180号線が通り、南は岡山市済生会総合病院から北は米子市陰田町の米子西IC交差点をつなぐ幹線道路になっている。かなりの交通量があり、夜間でもトラックなどの通過が多く見られている。また、国道180号線の高梁市成羽方面分岐点となる落合橋付近では、朝と夕方時間帯に激しい渋滞が起こっている。このことから、高梁地域の環境に影響を与える大きな要因と

して、自動車排ガスによる大気汚染が予想される。自動車から出る排気ガスには、大気汚染の指標となる二酸化窒素（NO₂）が含まれている。NO₂は各地で自動車排ガス汚染の問題を引き起こし、交通量の多い地域では住民への健康影響が懸念されている（環境庁，1999a；環境庁，1999b；川名，2001；安原ら，2007）。

本研究では、落合橋付近を中心とする区域の大気中NO₂の濃度状況を把握することは高梁地域の住民への健康影響を考える上で重要であると捉えて、多地点での同時測定調査を行うことにした。調査方法としては高価な機材や電源を必要としない簡易測定法が現場測定に有用であるが、現在フィルターバッジ型サンプラー（柳沢ら，1980；溝口，1996）とトリエタノールアミン（TEA）含浸ろ紙入りカプセル

* 吉備国際大学国際環境経営学部環境経営学科
〒716-8508 岡山県高梁市伊賀町 8

*Department of Environmental Management, School of International Environmental Management, Kibi International University
8, Igamachi, Takahashi, Okayama, 716-8508, Japan

**吉備国際大学政策マネジメント学部環境リスクマネジメント学科
〒716-8508 岡山県高梁市伊賀町 8

** Department of Environmental Risk Management, School of Polycy Management, Kibi International University
8, Igamachi, Takahashi, Okayama, 716-8508, Japan

(天谷式簡易サンプラー)の利用が多く見られる。ここでは、捕集管が廉価で自作できる天谷式簡易サンプラーの測定法(アグネ技術センター, 1997;長屋ら, 1998)を採用した。天谷式簡易測定法は市民活動や学校の環境教育の場で利用されており,東京都内の広域調査を継続的に行い,データ蓄積を図っている事例がある(大気汚染測定運動東京連絡会, 2007;国府田, 2004)。本簡易法は拡散型サンプラーの一種で,自動測定機との整合性を図ることにより換算係数を求めて大気中のNO₂濃度を算出する方法である。そこで,自動測定機を設置した大気測定局がある高梁市近隣の総社市住宅区域(総社測定局)と早島町の道路沿道(長津測定局)における大気中

NO₂濃度も併せて計測を行った。簡易測定法による観測結果から,高梁地域の大気中NO₂濃度が県南部の大気濃度レベルのどの状況に位置するかを考察した。

2. 調査方法

2.1 調査時期

調査時期は2006年7月~2008年3月であり,雨天のない日を選んで月に一度24時間単位で調査を行った。日程の詳細を表1に,調査日の天候を表2に示す。なお,調査日の天候におけるデータは調査時間帯に合わせた。

表1. 調査の実施日

No.	開始日 ~ 終了日	No.	開始日 ~ 終了日
1	2006年7月25日(火)~7月26日(水)	12	2007年6月12日(火)~6月13日(水)
2	2006年8月24日(木)~8月25日(金)	13	2007年7月17日(火)~7月18日(水)
3	2006年9月19日(火)~9月20日(水)	14	2007年8月21日(火)~8月22日(水)
4	2006年10月19日(木)~10月20日(金)	45	2007年9月11日(火)~9月12日(水)
5	2006年11月16日(木)~11月17日(金)	46	2007年10月15日(月)~10月16日(火)
6	2006年12月19日(火)~12月20日(水)	17	2007年11月19日(月)~11月20日(火)
7	2007年1月18日(木)~1月19日(金)	18	2007年12月17日(火)~12月18日(水)
8	2007年2月15日(木)~2月16日(金)	19	2008年1月24日(木)~1月25日(金)
9	2007年3月19日(月)~3月20日(火)	20	2008年2月12日(火)~2月13日(水)
10	2007年4月19日(木)~4月20日(金)	21	2008年3月18日(火)~3月19日(水)
11	2007年5月15日(火)~5月16日(水)	-	-

表2. 調査日の天候

	降水量 (mm)	気温 (°C)	風 (m/s)		日照時間 (hrs)	天気		
			風速	主風向		開始日	終了日	
2006年	7月	0.04	28.0	1.1	南西南	5.1	晴れ	晴れ
	8月	0	27.5	1.2	北-北西-西南西	7.8	晴れ	晴れ
	9月	0	20.2	1.5	北東-北-北西	9.2	晴れ・曇り、前日台風	晴れ
	10月	0	17.9	1.1	北東-北-北西	0.0	穏やかに快晴	穏やかに快晴
	11月	0	7.6	1.0	北東-北-北西	6.7	晴れ	晴れ
	12月	0	4.3	0.6	北北東-北北西	4.7	快晴、朝晩の冷え込み	快晴、朝晩の冷え込み
2007年	1月	0	5.7	1.1	北-北西	3.6	曇り、霧雨	晴れ
	2月	0	4.2	1.3	北北東-北北西	7.8	晴れ、冬型	穏やかに晴れ
	3月	0	5.5	1.6	北-北北西	7.2	晴れ、冬型	晴れ、冬型
	4月	0	13.0	1.9	南西南	10.5	快晴	快晴
	5月	0.2	15.2	1.1	北北東-北-北北西	1.8	快晴	曇り、夕方より一時雨
	6月	0	23.1	1.7	東北東-北-北北西、南南東	2.7	晴天	晴れ・曇り
	7月	0	23.7	1.0	北西-西-南西	2.8	晴れ(雨上がり)	快晴
	8月	0.04	27.9	1.6	北西-西北西、南南西-南南東	9.0	晴れ(雨上がり)	曇り、にわか雨
	9月	0	25.0	1.4	北-北西	10.7	快晴	快晴
	10月	0	15.4	1.2	北西-北北東-東-南西	8.5	快晴	快晴
	11月	0	5.7	0.9	北西-北-南南西	4.4	快晴	快晴、日中にわか雨
	12月	0	5.7	1.0	北西-西-西南西	5.1	曇り	曇り、夕方わか雨
2008年	1月	0	3.4	2.5	北-北西	1.5	曇り時々雪	曇り時々雪
	2月	0	1.3	1.5	北西-北北東	5.3	曇り、夜中雪	曇りのち晴れ
	3月	0	5.0	1.4	北-北北東	4.9	曇り、夜中強雨	強い風と雨

気象庁の気象統計情報(過去の気象データ)を用いて調査時間帯の状況を抽出した。

2. 2 調査場所

国道180号線の高梁市内で最も渋滞する落合橋付近を中心として、周辺24カ所を調査地点に選定した。地点の詳細を図1～5に示す。簡易測定法では、大気曝露後の捕集管分析により得られる情報は捕集量重量のみであり、大気濃度計算に換算係数が必要である。そこで、大気環境モニタリング用のNO₂自動測定機が設置されている総社測定局（一般環境大気測定局）および長津測定局（自動車排出ガス測定局）で同時調査を行った。また、道路沿道大気との比較のため、吉備国際大学周辺（以下大学周辺）の5地点及び倉敷市郊外住宅地内の1地点3カ所を調査地点に加えた。道路沿道の捕集管取り付けには電柱（中国電力高梁営業所配電運営課の所管）を利用し、大気測定局での捕集には局舎外壁（岡山県環境保健センター企画情報室の管理）を利用した。使用に関して許可申請をし、毎回使用時の届出を行った。

2. 3 交通量調査

落合橋付近の交通量を把握するため、道路交通センサスの情報（岡山県土木部、2007年）に加えて、実際に国道180号線沿いで交通量調査を行ったデータを採用した。道路交通センサスは岡山県備中県民局高梁支局の担当部局から1999年及び2006年の道路交通情勢調査結果表を入手した。交通量調査は時間的に終日の計測が困難なため、平日であれば同一時間帯は同条件にあるとみなし、2006年10月20日（金）、26日（木）及び27日（金）の3日に分けて調査地点7（図3）で計測を行った。計測方法は数取器を用いて、上り方面（岡山方面）と下り方面（新見方面）の各走行台数を10分ごとにカウントした。

2. 4 簡易測定法による大気中NO₂の測定

(1) 捕集管の調製

小型捕集管は直径1.4cm、深さ4cm、容量5mlの透明なポリスチロール製の容器を用いた。ろ紙は、

ADVANTEC社製のクロマトグラフィー用No.50で、幅2cm、長さ40cmのものを4.5cm長にカットして使用した。これらは大気汚染測定運動東京連絡会（新宿区新宿2-13-3 軽部ビル201）から購入した。ろ紙をポリスチロール管の内壁に沿うように挿入し、NO₂捕集液（トリエタノールアミン溶液）0.2mlを染み込ませてキャップを閉めたのち、使用時まで冷蔵庫で保存した。

(2) 試料の採取方法

小型捕集管の取り付けは捕集管のフタをはずし、採取口を真下に向けて調査地点の電柱の地上から約1.5m高さの位置にセロハンテープで取り付けた。捕集管は毎回夕刻（17—19時）に取り付けて24時間放置したのち回収し、分析するまで冷蔵庫に保存した。捕集管容器、試薬、運搬時のバックグラウンド汚染を考慮して、毎回の調査で試料採取を行わない捕集管3個をトラベルブランクとして持ち運んだ。

(3) 試薬の調製

NO₂捕集液（50%トリエタノールアミン溶液）は、トリエタノールアミン（和光純薬工業製、特級）及び蒸留水（ナカライテスク製）各50mlを混合しフェノールフタレイン（ナカライテスク製、特級）を耳かき一杯を加えて振り混ぜた。ザルツマン試薬調製のためのスルファニル酸溶液は、沸騰直前まで加熱した蒸留水400mlにスルファニル酸（和光純薬工業製、特級）5gを加えて完全溶解したものを用意し、

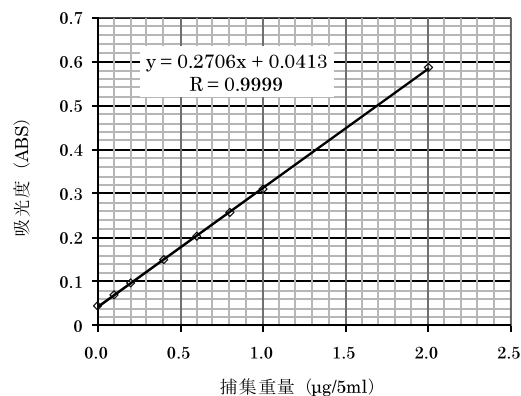


図6. NO₂濃度測定用の検量線



図1. 簡易測定法による高梁地域の調査地点（全体図）

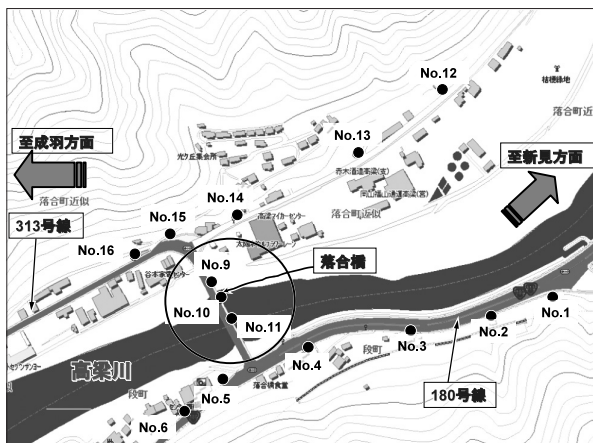


図2. 調査地点1～6, 9～16 (図1の地図A)

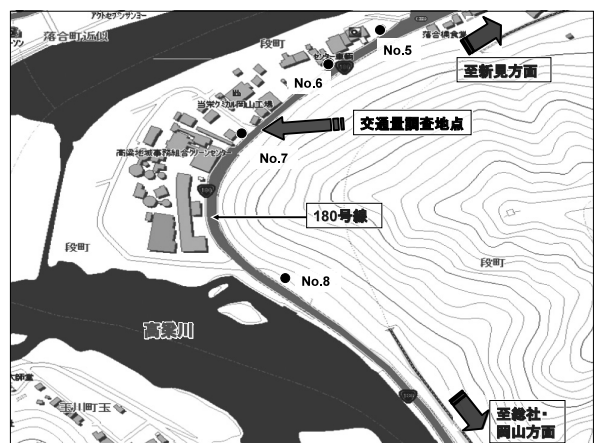


図3. 調査地点5～8 (図1の地図B)

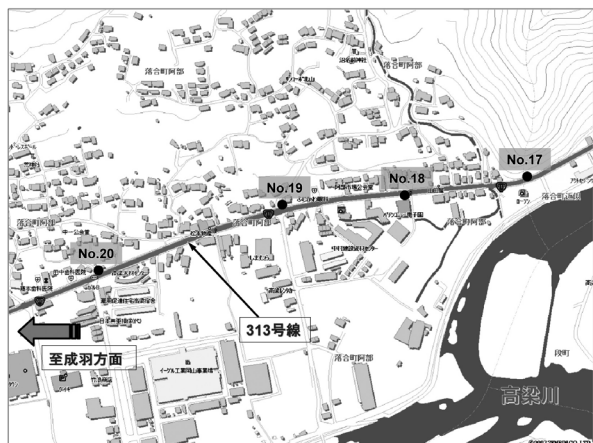


図4. 調査地点17～20 (図1の地図C)

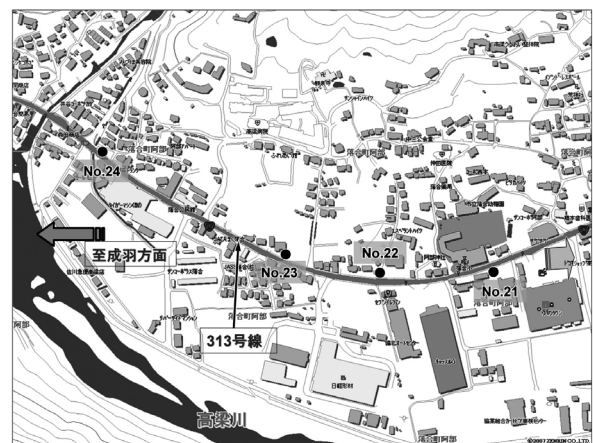


図5. 調査地点21～24 (図1の地図D)

0.1%N-1-ナフチルエチレンジアミン溶液は、N-1-ナフチルエチレンジアミン二塩酸塩（和光純薬工業製，特級）0.1gを蒸留水100mlに溶かして調製した。ザルツマン試薬は毎回使用時にスルファニル酸溶液400ml，蒸留水470ml，リン酸（関東化学製，特級）30ml及び0.1%N-1-ナフチルエチレンジアミン溶液を混合して調製した。検量線用の亜硝酸イオン標準溶液は亜硝酸イオン標準液（1001mg/ℓ，和光純薬工業製）を蒸留水で希釈し，ザルツマン試薬を加えて20分間放置後発色させたもので，0，0.1，0.2，0.4，0.6，0.8，1.0，2.0 $\mu\text{g}/5\text{ml}$ （全量25ml）濃度の検量線溶液を作成した。

(4) 測定方法

大気試料採取後の捕集管にザルツマン試薬 5 mlを直接加えて20分間放置し発色させ，島津紫外可視分光光度計UVmini-1240で波長525nmの吸光度を測定した。検量線は亜硝酸イオン標準溶液（0，0.1，0.2，0.4，0.6，0.8，1.0，2.0 $\mu\text{g}/5\text{ml}$ ）の吸光度測定により作成した（図6）。捕集液中のNO₂重量は検量線から算出した。

(5) 大気中NO₂濃度の算出方法

捕集液中のNO₂重量から大気中NO₂濃度を算出するには，下式による換算係数が必要である。本研究では，簡易法の捕集重量データに対応する大気測定局2地点の各自動測定機データを用いて，調査日ごとに最小自乗法で求めた回帰式の係数を換算に用いた。

総社測定局及び長津測定局における2006年7月～2008年3月の自動測定機データについては，岡山県環境保健センターから提供を受けた1時間値データを用いて，簡易測定法捕集管の設置時間帯におけるNO₂濃度の平均値を算出した。下式で，捕集管を取り付けた時間帯の自動測定機の平均値とは，9時か

ら9時30分に採取した場合は10時からの自動測定機データを採用し，9時31分から9時59分に採取した場合は11時の自動測定機データを採用した。これは岡山県のNO₂自動測定機の1時間値が直前の1時間測定値を示していることによる。係数換算により得られた捕集管の大気中NO₂濃度からトラベルブランク3個の平均濃度を差し引いて地点の大気中NO₂濃度を求めた。

2. 5 簡易捕集法の精度試験

簡易法における捕集精度を確認するため，調査地点No.6（電柱：南幹35）およびNo.7（電柱：南幹38）の電柱に各5個の捕集管を巻くように取り付けて，10月の2日間に測定を行った。また，同一地点の日変動を確認するため，調査地点No.7において11月の7日間に24時間単位で大気捕集を行った。

3. 結果と考察

3. 1 交通量調査

道路交通センサスから得られた高梁地域，総社地域，早島地域における1999年度及び2006年度の交通量データを表3に示す。国道180号線の広瀬駅周辺では，14,000台前後であるが，調査地点付近（高梁市中間町～内山下）では16,000台を超える走行車両のあることがわかった。落合橋を越える成羽方面では，14,000台の走行があった。一方，総社測定局のある総社市役所付近では約21,000台であり，長津測定局のある早島町国道2号線では74,000台前後の交通量があることがわかった。

調査地点7において2006年10月20，26，27日に交通量を調査した結果を表4に示す。上り方面（8,181台）および下り方面（8,114台）を合わせた交通量は16,295台であり，交通センサスのデータと良い一致

$$\text{係数} = \frac{\text{捕集管を取り付けた時間帯の自動測定機濃度の平均値 (ppm)}}{\text{局舎外壁に取り付けた捕集管のNO}_2\text{重量の平均値 } (\mu\text{g}/5\text{ml})}$$

表 3. 道路交通センサスによる高梁地域・総社・早島（長津）の交通量

(単位：台)

地域	地点	路線名	交通量観測地点名	調査単位 区間番号	道路交通センサス		本研究の 実測値 2006年 10月
					1999年度	2006年度	
高 梁	備中広瀬駅周辺	一般国道 180 号	高梁市松山町広瀬 297-5	1083	13,479	14,414	16,299
	コンビニボプラ周辺	一般国道 180 号	高梁市中間町 88	1084	16,909	14,837	
	新見方面	一般国道 180 号	高梁市内山下	1085	16,851	16,530	
	成羽方面	一般国道 313 号	高梁市落合町阿部 2120	1122	14,343	14,680	
	賀陽 I C 方面	一般国道 484 号	高梁市樽井 7833	1188	3,779	3,355	
総 社	総社市役所付近	一般国道 180 号	総社市総社	1080	20,935	21,064	
早 島	長津（早島 IC 付近）	一般国道 2 号	都窪郡早島町早島	1015	73,995	75,372	

表 4. 国道180号線沿い高梁市落合橋付近における10分ごとの交通量実測値
(2006年10月調査, 調査地点No. 7)

(単位：台)

調査時刻	上り方面	下り方面	調査時刻	上り方面	下り方面	調査時刻	上り方面	下り方面	調査時刻	上り方面	下り方面
6:00~6:10	29	22	12:00~12:10	57	58	18:00~18:10	150	119	0:00~0:10	20	18
6:10~6:20	32	21	12:10~12:20	71	69	18:10~18:20	110	59	0:10~0:20	19	26
6:20~6:30	59	29	12:20~12:30	63	70	18:20~18:30	113	101	0:20~0:30	32	25
6:30~6:40	71	42	12:30~12:40	60	84	18:30~18:40	108	83	0:30~0:40	17	20
6:40~6:50	89	73	12:40~12:50	79	78	18:40~18:50	88	73	0:40~0:50	23	21
6:50~7:00	69	75	12:50~13:00	74	71	18:50~19:00	83	85	0:50~1:00	19	25
7:00~7:10	126	78	13:00~13:10	74	65	19:00~19:10	99	91	1:00~1:10	8	19
7:10~7:20	116	126	13:10~13:20	75	75	19:10~19:20	78	94	1:10~1:20	8	19
7:20~7:30	94	130	13:20~13:30	74	83	19:20~19:30	72	61	1:20~1:30	8	19
7:30~7:40	102	171	13:30~13:40	94	77	19:30~19:40	81	67	1:30~1:40	7	14
7:40~7:50	68	162	13:40~13:50	88	61	19:40~19:50	36	56	1:40~1:50	7	14
7:50~8:00	92	111	13:50~14:00	111	63	19:50~20:00	47	48	1:50~2:00	7	14
8:00~8:10	64	123	14:00~14:10	69	69	20:00~20:10	60	64	2:00~2:10	7	11
8:10~8:20	89	116	14:10~14:20	84	72	20:10~20:20	66	43	2:10~2:20	7	11
8:20~8:30	78	130	14:20~14:30	91	84	20:20~20:30	48	45	2:20~2:30	7	11
8:30~8:40	88	115	14:30~14:40	78	75	20:30~20:40	34	56	2:30~2:40	6	10
8:40~8:50	60	84	14:40~14:50	71	77	20:40~20:50	41	45	2:40~2:50	6	10
8:50~9:00	79	104	14:50~15:00	73	63	20:50~21:00	43	43	2:50~3:00	6	10
9:00~9:10	64	96	15:00~15:10	72	53	21:00~21:10	31	27	3:00~3:10	6	12
9:10~9:20	96	72	15:10~15:20	60	55	21:10~21:20	45	65	3:10~3:20	6	12
9:20~9:30	99	88	15:20~15:30	63	60	21:20~21:30	21	25	3:20~3:30	6	12
9:30~9:40	96	65	15:30~15:40	89	63	21:30~21:40	27	40	3:30~3:40	8	12
9:40~9:50	79	83	15:40~15:50	77	92	21:40~21:50	20	21	3:40~3:50	8	12
9:50~10:00	77	83	15:50~16:00	85	80	21:50~22:00	19	23	3:50~4:00	8	12
10:00~10:10	94	73	16:00~16:10	81	83	22:00~22:10	25	32	4:00~4:10	15	10
10:10~10:20	76	69	16:10~16:20	74	50	22:10~22:20	25	15	4:10~4:20	7	11
10:20~10:30	82	71	16:20~16:30	62	96	22:20~22:30	34	23	4:20~4:30	19	17
10:30~10:40	90	109	16:30~16:40	89	76	22:30~22:40	25	34	4:30~4:40	18	20
10:40~10:50	87	75	16:40~16:50	62	71	22:40~22:50	20	23	4:40~4:50	12	7
10:50~11:00	76	84	16:50~17:00	80	75	22:50~23:00	21	18	4:50~5:00	15	18
11:00~11:10	71	107	17:00~17:10	102	80	23:00~23:10	19	25	5:00~5:10	19	20
11:10~11:20	72	75	17:10~17:20	110	79	23:10~23:20	30	22	5:10~5:20	24	17
11:20~11:30	101	74	17:20~17:30	134	93	23:20~23:30	21	20	5:20~5:30	37	33
11:30~11:40	92	97	17:30~17:40	108	76	23:30~23:40	23	17	5:30~5:40	40	31
11:40~11:50	77	78	17:40~17:50	131	68	23:40~23:50	14	18	5:40~5:50	32	29
11:50~12:00	62	82	17:50~18:00	102	72	23:50~0:00	17	15	5:50~6:00	30	27
合計台数	2,896	3,193	合計台数	2,967	2,616	合計台数	1,794	1,696	合計台数	524	609

上り方面交通量の合計：8,181台

下り方面交通量の合計：8,114台

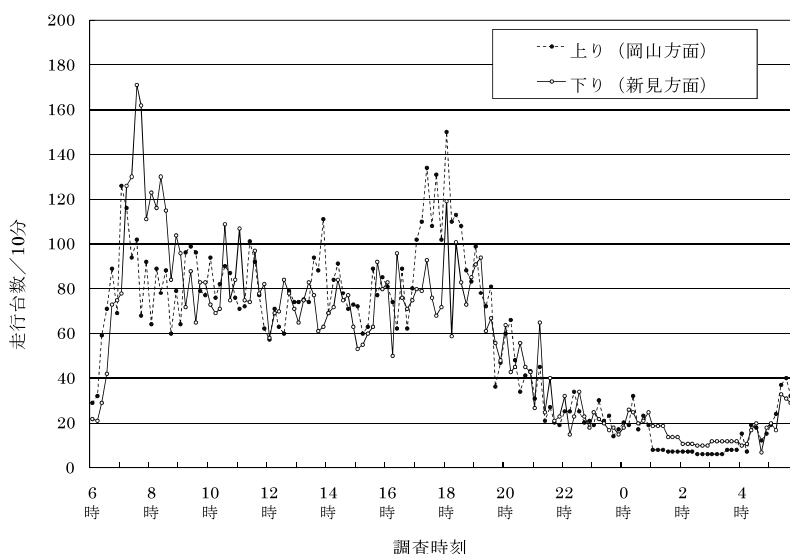


図 7. 国道180号線沿いの交通量実測調査

調査期間：2006年10月の平日（20、26、27日），計測場所：落合橋付近の調査地点No.7

がみられた。時間帯の渋滞状況を見るため、10分間隔の状況を図7にまとめた。7時30分～40分に下り車線（新見方面）で171台/10分、18時00分～10分に上り車線（岡山方面）で150台/10分という交通量のピークが認められた。これは、岡山方面から新見方面へ向かう出勤があることを示す。なお、6～9時の上り下り車線を合わせた台数は3,117台であり、17～20時は3,157台であった。朝、夕共に全交通量の約19%が集中していたことになる。

3. 2 簡易測定法の精度

電柱に捕集管5個をとりつけて同時採取した時のNO₂捕集重量の平均値と変動率を表5に示す。変動率は13～21%の範囲にあり、有害大気汚染物質測定マニュアル（環境庁，1997）で規定されている二重測定法の精度（30%）を満たしていた。また、地点No.7での7日間の日変化（表5）は大気中換算濃度で0.026～0.046ppm，変動率22%であり、休日前後（金曜日の夕方～日曜日の夕方）は低濃度を示した。このことから、NO₂調査は地域の交通状況を定常的に示す平日に行うことがより妥当と考えられた。21回

表 5. 簡易捕集法のNO₂測定精度

電柱での採取変動				同一地点での日変化				
捕集場所	調査日	平均捕集重量 (n=5) ($\mu\text{g}/5\text{m}\ell$)	変動率 (%)	捕集場所	調査日 (曜日)	大気換算濃度 (ppm)	平均値 (ppm)	変動率 (%)
地点No.6 (南幹35)	10/20-21	0.835	13		11/13-14 (月・火)	0.039		
	10/21-22	0.800	14	地点No.7 (南幹38)	11/14-15 (火・水)	0.046		
地点No.7 (南幹38)	10/20-21	2.060	21		11/15-16 (水・木)	0.035		
	10/21-22	1.865	14	11/16-17 (木・金)	0.028	0.033	22	
					11/17-18 (金・土)	0.027		
					11/18-19 (土・日)	0.026		
					11/19-20 (日・月)	0.033		

の調査時に持ち運んだトラベルブランク 3 個の吸光度測定からバックグラウンドのNO₂重量を求め、大気濃度に換算した結果は0.003~0.014ppm (平均値0.009ppm) であり、定量下限値は0.01ppm付近と推察された。

3. 3 簡易測定法による大気中NO₂濃度の測定結果

(1) 大気中のNO₂濃度レベル

2006年7月から2008年3月における大気中NO₂濃度の測定結果を表6に示す。21回調査の平均値は、高梁地域の国道180号線沿いで0.007~0.027ppm, 落合橋で0.012~0.015ppm, 国道313号線沿いで0.008~0.023ppmの範囲にあり、ほとんどの地点が0.01~0.02ppmに含まれた。総社測定局では0.014ppm, 長津測定局では0.019ppm, 倉敷市内住宅地では0.012~0.014ppmであった。比較のために自動車交通量の極めて少ない地点として選定した大学周辺地域では、大気中NO₂濃度が0.003~0.006ppmの範囲にあり、総社測定局, 長津測定局および倉敷住宅地に比べて1/3の低濃度を示した。道路沿道の調査地点No. 3, 5, 7, 17における大気中NO₂濃度の平均値はそれ

ぞれ0.022ppm, 0.020ppm, 0.027ppm, 0.023ppmであり、総社測定局及び長津測定局を上回った。また、この4地点の最大値(0.035ppm, 0.034ppm, 0.038ppm, 0.035ppm)と最小値(0.011ppm, 0.011ppm, 0.014ppm, 0.010ppm)については、総社測定局及び長津測定局の最大値(各々0.025ppm, 0.029ppm)及び最小値(各々0.006ppm, 0.004ppm)をいずれも超えていた。今回の調査では環境基準(0.04~0.06ppm)を上回る濃度はいずれの地点においても観測されていない。しかし、岡山県の環境大気概況(岡山県, 2008年)によると、過去10年間のNO₂濃度(自動測定機データ)の年平均値は一般環境大気局41局で0.02ppm以下を推移していることから、調査地点No.3, 5, 7, 17の大気中NO₂濃度はこれを超える状況にあることが明らかになった。

(2) 大気中NO₂濃度の地域レベル

高梁地域の落合橋を中心とする国道180号線沿い, 国道313号線沿い, 落合橋上 (No.9~11), 大学周辺, 総社測定局 (No.30), 長津測定局 (No.31), 倉敷市内 (No.32, 33) で測定した21ヶ月の各地点の平均と標準偏差を図8に示す。大学周辺 (No.25~29) の平均NO₂濃度は0.01ppm以下と低値であった。これに対

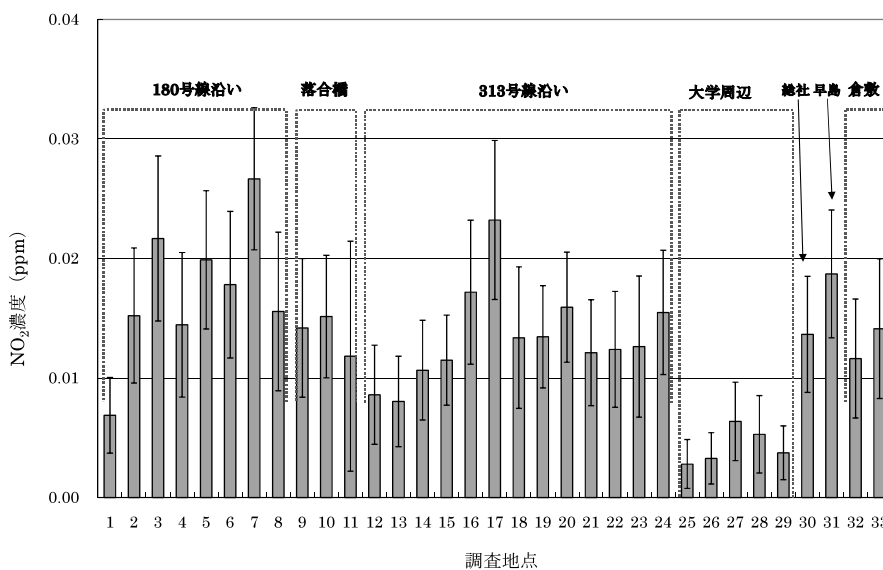


図8. 調査地点別の21か月の平均値と標準偏差
棒グラフは平均値, バーは標準偏差を示す。

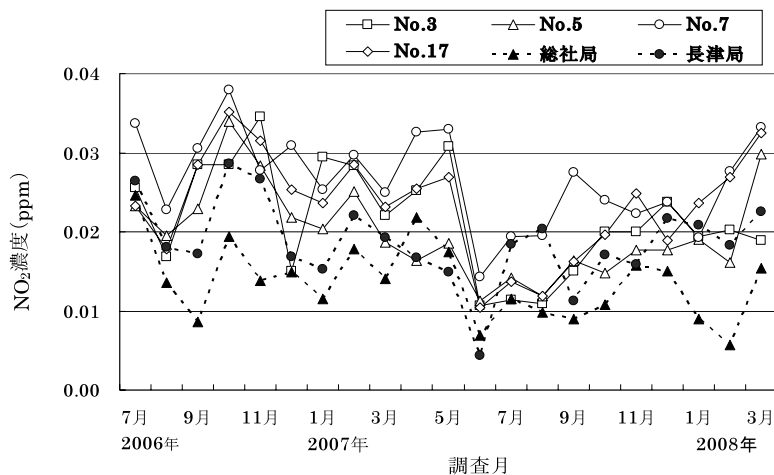


図9. 高梁地域の高濃度を示した4地点と大気測定局の月変動

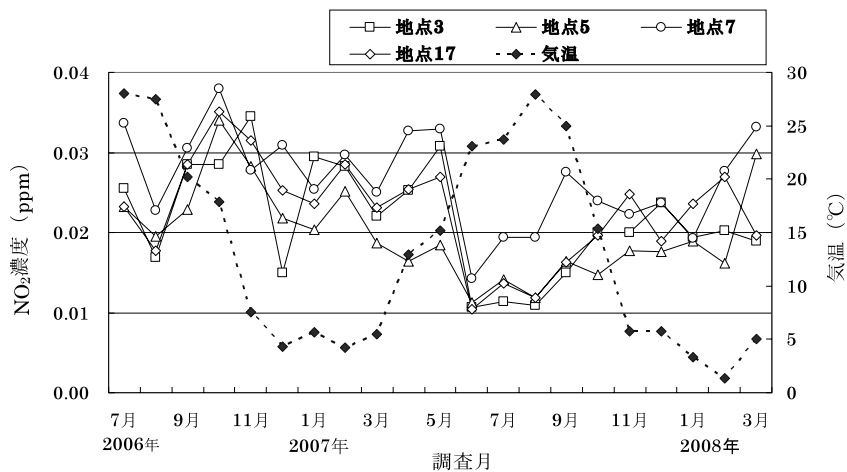


図10. 高梁地域の高濃度を示した4地点と気温の関係

して落合橋周辺では、国道180号線沿いの調査地点 (No.1～8) のうちNo.3, 5, 7地点において、また国道313号線沿いの調査地点 (No.12～24) のうちNo.17地点において、県南部の国道2号線沿いにある長津測定局 (No.31) の平均濃度を超える0.020～0.027 ppmが観測された。

(3) 高梁地域のNO₂濃度の月別変動

高梁地域で高濃度を示した4地点 (No.3, 5, 7, 17) について、総社測定局 (一般環境大気測定局) および長津測定局 (自動車排出ガス測定局) と比較するため、大気中NO₂濃度の月変動を図9に示す。4地点は2006年10月及び11月、2007年4月及び5月、

2008年3月に濃度が高くなる傾向にあり、2006年8月および2007年6月に低くなる傾向が見られた。総社および長津測定局においても同様の傾向が見られた。4地点のNO₂濃度は7月および8月を除いて長津測定局及び総社測定局の月変化を毎回超えて観測され、特に地点No.7では長津測定局を含む他の地点に比べてほとんどの月で上回っていた。

高濃度を示した4地点 (No.3, 5, 7, 17) と調査日の測定時間帯における高梁市の平均気温 (表2) の関係を図10に示す。4地点のNO₂濃度は気温と逆の変動を示していた。通常、大気中のNO₂は気温が高く太陽の光が強い夏場には、光化学反応が起こり

やすく大気中のNO₂消費により減少する。気温が低くなる時期は太陽の光が弱く光化学反応が起こりにくいので、大気中のNO₂量が増加したように見える(岡本, 2002; 河合, 2004)。高梁市の日射量の観測データがないため、本調査のNO₂濃度の変動と整合性を確認することはできないが、気温との関係から見て光化学反応の関与が要因としてあるのではないかと考えられた。

(4) 高濃度を示した4地点の交通状況と地形

高梁地域4地点のNO₂濃度の状況について、朝夕の渋滞状況の確認と地点の地形から考察した。図11は落合橋付近の地図であり、図12~15は地点No. 3, 5, 7, 17の周辺の写真である。朝の出勤時間帯には、成羽方面にかけてNo. 3付近から落合橋をとおって、No.17付近に至る道路が渋滞し、また、No. 7付近から落合橋をとおりNo.17にかけての道路で渋滞が集中していた。さらに、成羽方面から180号線に入るNo.17付近から落合橋にかけて渋滞が集中していた。夕方は、成羽方面に向けての車線で、No. 3付近から落合橋をとおりNo.17付近にかけての道路で渋滞し、成羽方面から180号線に入るNo.17付近から落合橋にかけて渋滞が集中していた。この上り下りの渋滞状況は図7の交通量調査にも現れていた。しかし、全体の交通量そのものは約16,000台で、国道2号線沿いの長津測定局付近(約75,000台)に比べて少ない状況にあった(表3)。次に、高濃度を示した4地点の地形を見ると、いずれも片側に山の斜面が迫っている。また、高梁市は盆地的地形から朝夕に風がなく、晩秋から初冬にかけては霧が出やすい所である。このような背景から推察して、No. 3, 5, 7, 17の4地点で大気中NO₂の高濃度事象が見られたのは地形的要因が左右して空気が滞留し、自動車排出ガスの影響がでたことが考えられる。

地点No. 3およびNo.17付近は近接する事業所がなく、住宅が建ち並んでいるのに対して、地点No. 5付近にはガソリンスタンド、地点No. 7にはゴミ焼却場

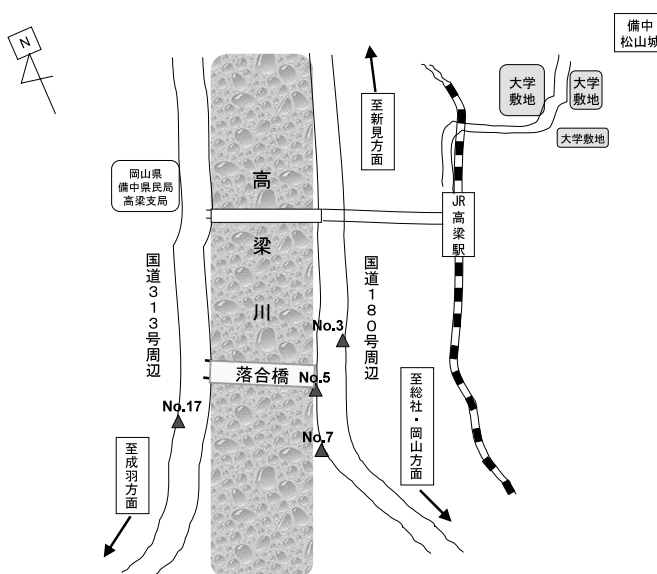


図11. 落合橋付近の状況

(高梁地域事務組合クリーンセンター)や備中運輸株の事業所が近接している。地点No. 5およびNo. 7では事業所に出入りするトラックや乗用車はかなりあることを確認しており、これら自動車排ガスの影響も無視できないものがあると考えられた。

5. まとめ

簡易測定法を用いた大気中NO₂濃度の調査から、高梁市の落合橋を中心とする区域では、大気中NO₂濃度が長津測定局を上回ることがあった。一方で吉備国際大学の位置する区域は4月を除いて0.01ppm以下で極めて低濃度であることがわかった。本研究における簡易測定法の結果は大気中濃度の24時間値を平均化したものであって、1時間値の変動を確認することはできない。しかし、高梁市落合橋付近では朝夕の交通渋滞の状況から判断して、NO₂による高濃度の時間帯が出現することが疑われた。この状況を解消するには、道路の拡幅や信号調整などによる渋滞緩和の対策をとる必要があると思われた。

本報告の一部は2008年6月の第17回環境化学討論会(神戸市)で発表した。



図12. 地点No. 3の周辺状況



図13. 地点No. 5の周辺状況
(右側は山斜面)



図14. 地点No. 7の周辺状況



図15. 地点No.17の周辺状況

【謝辞】

本調査を行うにあたり、中国電力株式会社高梁営業所配電運営課の堀本政博氏ならびに川上武氏に高梁地域の電柱使用にご協力いただき、岡山県環境保健センター企画情報室に長津測定局及び総社測定局の局舎利用と自動測定機データの提供をいただきました。ここに深謝します。

また、捕集管の取り付けに終始ご協力を頂いた本学政策マネジメント学部の相澤康紀さん、安中雄一さん、交通量調査にご協力頂いた本学政策マネジメント学部の米倉重治さん、大西智士さん、金茲玉さんに感謝します。

【参考文献】

アグネ技術センター編：「空気の汚れをはかる－二酸化窒素簡易測定の手引き－」アグネ技術センター（1997）

岡本博司：「環境科学の基礎」，東京電機大学出版局，70-

72（2002）

岡山県生活環境部環境管理課：「平成18年度岡山県の環境大気概況」，10-13（2008）

岡山県土木部：「平成17年度道路交通情勢調査結果表（道路交通センサス）」（2007）

川名英之：「ディーゼル車公害」，緑風出版，13-38（2001）

環境庁大気保全局大気規制課，「有害大気汚染物質測定方法マニュアル」（1997）

環境庁：「WHO ディーゼル燃料及び排出物」，

LATTICE（1999a）

環境庁：「WHO 環境保健クライテリア・窒素酸化物」，LATTICE（1999b）

国府田論：「市民によるNO₂の簡易測定－30年の歴史と今後の課題」，資源環境対策，40（11），70-78（2004）

大気汚染測定運動東京連絡会：「第60回大気汚染測定調査結果報告5月31日～6月1日」（2007）

長屋祐一，谷山鉄郎：「二酸化窒素測定用簡易サンプラー

および簡易比色計の点検評価」, 人間と環境, Vo.24 (1), 10-16 (1998)

朴恵淑, 長屋祐一: 「わたしたちの学校は『まちの大気環境測定局』」, 三重県人権問題研究所 (2000)

正田誠: 「環境へのアプローチ グローバルな視点から」, 化学同人, 112-114 (2003)

溝口次夫: 「大気汚染の簡易測定法と東アジアでの利用」,

環境技術, Vo.25, 639-645 (1996)

安原昭夫, 小田淳子: 「地球の環境と化学物質」, 三共出版, 62-64 (2007)

柳沢幸雄, 西村肇: 「生活環境中濃度測定用NO₂パーソナルサンプラー」, 大気汚染学会誌, Vo.15 (8), 316-323 (1980)

Abstract

The investigation of airborne nitrogen dioxide (NO₂) by a simple measurement method using the passive sampler was done in the district around Ochiai bridge in Takahashi City, where the traffic jam happened in the every morning and evening, for the period on March, 2008 from 2006 July. The plastic tube installed a filter paper impregnated with 0.2ml of 50%-triethanolamine which was named the sampler of Amagai type, was prepared for the absorption of airborne NO₂. It investigated in 24 points on the national road side of 180th and 313th in Takahashi City, two points in the air pollution monitoring stations (Souja station and Nagatsu station), five points around Kibi International University of Japan and two points in the Kurashiki residential quarter. The samplers were collected after exposed in the atmosphere for 24 hours once every month, and the collection weight of NO₂ in the samplers was calculated from the absorbance measurement. Average concentrations of NO₂ in 21 sampling times in four points showed high density within the range of 0.020 to 0.027ppm among 24 road route points of Takahashi City and were over the range of NO₂ concentrations in Nagatsu station which located along the national road side of 2th. The surrounding of Kibi International University extremely indicated a low value of less than 0.01ppm. .

Key words : Airborne nitrogen dioxide, Passive sampler method, Roadside in Takahashi city, Traffic volume, Air pollution monitoring station

