

香川県における大気汚染常時監視測定局再配置に関する提案 (3)

—NO₂—

Proposal on the Relocation of Air Pollution Continuous Monitoring Stations in Kagawa Prefecture (3)

—NO₂—

日野康良 壺井明彦 *山口一美 山元喜美子
 Yasuyoshi HINO Akihiko Tsuboi Kazumi Yamaguchi Kimiko Yamamoto

I はじめに

NO₂はこの20年間ほぼ横ばい状況にあるが、この10年は僅かに濃度が下がってきている。長期的評価で環境基準を超えたのは平成8年度に高松競輪場で1回だけある。1日平均値が0.06ppmを超えた日が無い局は林田出張所、相模坊神社、城坤小学校、多度津町役場、善通寺市役所、観音寺市役所、高松東消防署、鶴尾公民館、直島町役場の9局である。1日平均値が0.06ppmを超えた日が多いのが高松競輪場、次いで高松市役所、丸亀競艇場、栗林公園、勝賀中学校、櫃石島の順番となる。1日平均値が0.04ppm以上の日数で最も多いのが栗林公園、ついで高松市役所、高松競輪場、丸亀競艇場、櫃石島の順番である。櫃石島が上位にあることが香川県のNO₂

汚染状況の特徴である。備讃瀬戸東航路、備讃瀬戸南北航路、水島航路の近くではNO₂高濃度現象が確認されている。^{1~5)}そして、自動測定機は内陸部では善通寺市役所しかないが、TEAろ紙を用いた調査では県下幅広い地域でNO₂が測定され貴重なデータが得られている。^{6~10)}(図1)その結果から更に南部の内陸部ではNO₂は低濃度であり、発生源のある地域と無い地域では大幅な濃度差がみられる。特に高松港では高濃度が観察されフェリーによる影響が大きいと考えられる。^{11~13)}NO₂の解析は櫃石島で測定が開始された1987年度からおこなった。櫃石島のNO₂は年変動が殆どなく19ppb±2ppbの範囲で約20年間推移していて、他局の増減を比較するのに好都合なためである。

(1987-1991)

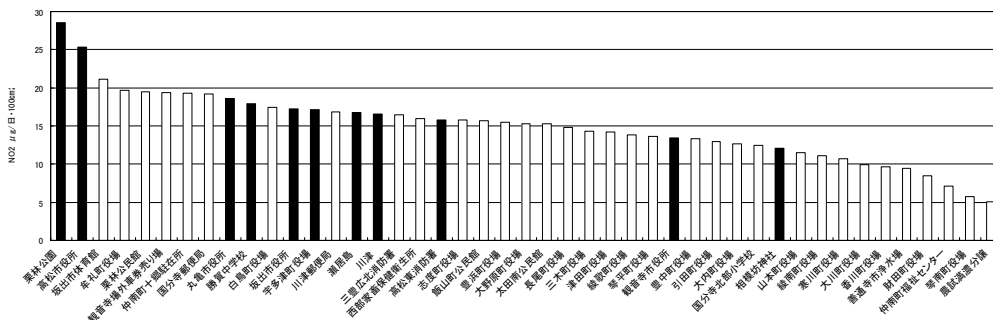


図1 NO₂ (TEAろ紙法 : 黒棒は自動測定機のある局)

II 方法

1 解析対象局

(1) 現在テレメータ化している21局(NO₂)
 高松地域 高松市役所、高松競輪場、高松南消防署、

中讃地域 勝賀中学校、高松東消防署、鶴尾公民館
 坂出市役所、瀬居島、林田出張所、相模坊神社、川津、岩黒島、宇多津町役場、丸亀市役所、丸亀競艇場、城坤小学校、多度津町役場、善通寺市役所

* (株) 日進機械

その他地域 観音寺市役所, 直島町役場

(2) 未テレメータ地点

香川県全域 (TEA ろ紙法)

2 解析期間と解析方法

- (1) 統計処理は櫃石島が測定を開始した1987年度以降を対象とした。
- (2) 相関係数算出等の統計処理は、前報に準じた。
- (3) 日平均値ヒストグラム
- (4) 日平均値相関係数比較
- (5) 発生源の影響とNO₂濃度階級別風向
- (6) 日平均値と環境基準
- (7) 測定局再配置

III 結果及び考察

1 日平均値のヒストグラム

1987-2004 年度の NO₂ 日平均値のヒストグラムのうち通し期間で最も濃度の低かった普通寺市役所と最も高かった栗林公園及び航路近くの櫃石島を図2に示す。図からわかるように普通寺市役所は SPM や SO₂ と同じく高濃度側がやや緩やかな勾配の分布であったが、自排局である栗林公園は正規分布に近い形であった。櫃石島は普通寺市役所に似た形であるが高濃度側に偏った分布であった。

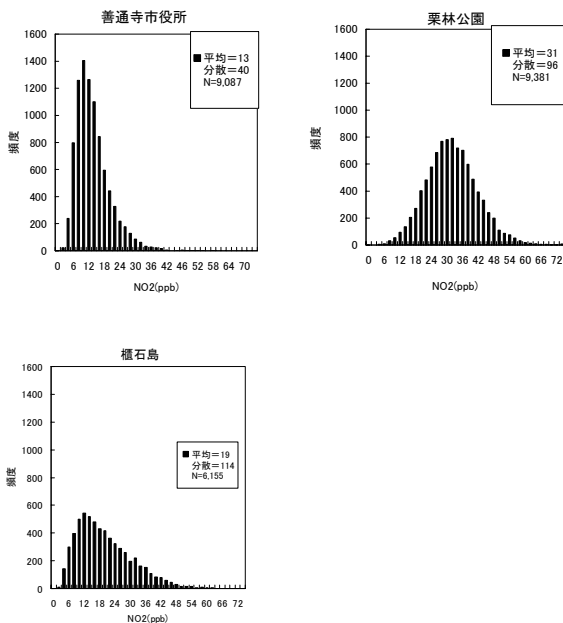


図2 日値平均値ヒストグラム(1987-2004)

2 日平均値の相関係数比較

1987-2004 年度にかけて各局間の日平均値の相関係数を算出した。解析した全年度・全局間の相関係数の

分布を図3に示す。SPM 程の高相関は得られなかったが 0.7 以上の相関係数が 82% 占め、相当広範囲な動きをすることが示された。最も相関の良かった 1996 年度の城坤小学校・多度津町役場の日変動と最も相関の悪かった 1990 年度の普通寺市役所・直島町役場の日変動を図4に示す。広範囲な動きはするが、発生源の影響が限定されていることが示されている。

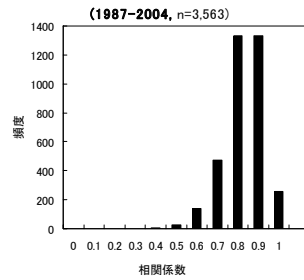


図3 NO₂ 日平均値相関係数分布

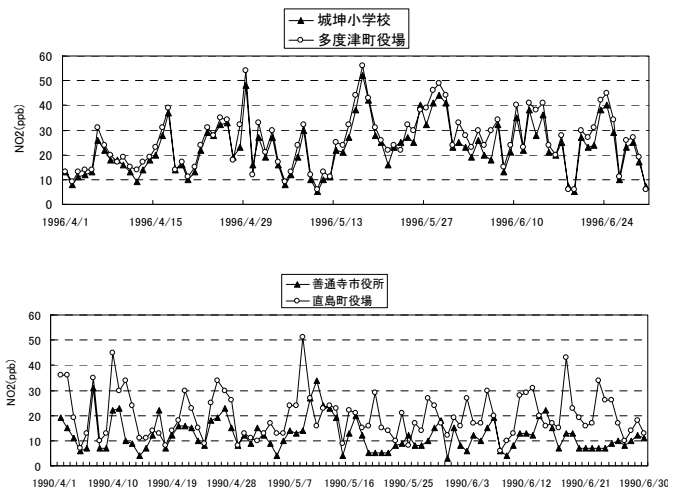


図4 NO₂ 経日変化

表1に通し期間の相関係数の平均を示すが中讃地域は相模坊を除けば殆ど 0.8 以上で、特に多度津町役場・城坤小学校は 18 年間 5,313 日と長期間の測定で 0.960 と極めて高い相関が得られている。内陸部の普通寺市役所は海岸部の相模坊神社・丸亀競艇場との相関が低く 0.6 台であり、特に海上部の直島町役場・櫃石島とは 0.5 台である。自排局の栗林公園・高松市役所等は環境局との相関は 0.6~0.7 が多く、自排局同士は 0.7~0.8 の値で、花園・鶴尾は 0.908 と高い数字となっている。直島町役場と櫃石島の島同士は 0.8 台であるが、他局との相関は 0.7 台が殆どである。NO₂ の動きはかなり広く中讃地域、島嶼部、高松自排局、内陸部に分けられると考えられる。

表1 NO₂日平均値相関表(通し期間平均値)

	サカイ	セイ	ハヤシダ	サガミボ	カワツ	ウタツ	マルガメ	キョウテイ	シヨウコ	外ツ	ゼンツウ	カンオン	カマツ	ケイリン	カツガ	リツリン	ハナゾノ	ヒカシヨ	ナオシマ	ヒツイン	ツルオ
サカイ		0.826	0.873	0.773	0.891	0.901	0.839	0.832	0.861	0.834	0.768	0.800	0.733	0.760	0.816	0.734	0.815	0.754	0.708	0.753	0.840
セイ	0.826		0.843	0.856	0.825	0.863	0.814	0.829	0.811	0.794	0.668	0.723	0.741	0.796	0.824	0.704	0.780	0.728	0.808	0.831	0.779
ハヤシダ	0.873	0.843		0.825	0.895	0.879	0.800	0.766	0.838	0.807	0.806	0.837	0.709	0.765	0.831	0.746	0.857	0.845	0.731	0.728	0.891
サガミボ	0.773	0.856	0.825		0.788	0.810	0.757	0.737	0.745	0.722	0.671	0.724	0.665	0.734	0.761	0.654	0.721	0.734	0.755	0.748	0.753
カワツ	0.891	0.825	0.895	0.788		0.904	0.866	0.824	0.868	0.834	0.802	0.829	0.710	0.775	0.804	0.766	0.828	0.800	0.728	0.735	0.873
ウタツ	0.901	0.863	0.879	0.810	0.904		0.887	0.907	0.936	0.916	0.818	0.810	0.772	0.792	0.863	0.730	0.820	0.756	0.748	0.799	0.832
マルガメ	0.839	0.814	0.800	0.757	0.866	0.887		0.874	0.879	0.856	0.718	0.739	0.725	0.758	0.784	0.710	0.768	0.709	0.732	0.759	0.795
キョウテイ	0.832	0.829	0.766	0.737	0.824	0.907	0.874		0.916	0.906	0.696	0.715	0.809	0.792	0.851	0.707	0.757	0.637	0.762	0.831	0.732
シヨウコ	0.861	0.811	0.838	0.745	0.868	0.936	0.879	0.916		0.960	0.844	0.807	0.769	0.764	0.859	0.711	0.797	0.714	0.708	0.777	0.808
外ツ	0.834	0.794	0.807	0.722	0.834	0.916	0.856	0.906	0.960		0.826	0.783	0.778	0.752	0.858	0.698	0.785	0.688	0.710	0.783	0.784
ゼンツウ	0.768	0.668	0.806	0.671	0.802	0.818	0.718	0.696	0.844	0.826		0.825	0.574	0.608	0.710	0.583	0.740	0.735	0.568	0.581	0.782
カンオン	0.800	0.723	0.837	0.724	0.829	0.810	0.739	0.715	0.807	0.783	0.825		0.651	0.648	0.745	0.664	0.754	0.776	0.631	0.634	0.852
カマツ	0.733	0.741	0.709	0.665	0.710	0.772	0.725	0.809	0.769	0.778	0.574	0.651		0.799	0.888	0.796	0.631	0.750	0.810	0.794	
ケイリン	0.760	0.796	0.765	0.734	0.775	0.792	0.758	0.792	0.764	0.752	0.608	0.648	0.799		0.854	0.813	0.860	0.731	0.733	0.796	0.770
カツガ	0.816	0.824	0.831	0.761	0.804	0.863	0.784	0.851	0.859	0.858	0.710	0.745	0.888	0.854		0.798	0.871	0.744	0.779	0.844	0.873
リツリン	0.734	0.704	0.746	0.654	0.766	0.730	0.710	0.707	0.711	0.698	0.583	0.664	0.796	0.813	0.798		0.802	0.702	0.674	0.706	0.809
ハナゾノ	0.815	0.780	0.857	0.721	0.828	0.820	0.768	0.757	0.797	0.785	0.740	0.754	0.790	0.860	0.871	0.802		0.839	0.712	0.742	0.908
ヒカシヨ	0.754	0.728	0.845	0.734	0.800	0.756	0.709	0.637	0.714	0.688	0.735	0.776	0.631	0.731	0.744	0.702	0.839		0.653	0.617	0.871
ナオシマ	0.708	0.808	0.731	0.755	0.728	0.748	0.732	0.762	0.708	0.710	0.568	0.631	0.750	0.733	0.779	0.674	0.712	0.653		0.854	0.705
ヒツイン	0.753	0.831	0.728	0.748	0.735	0.799	0.759	0.831	0.777	0.783	0.581	0.634	0.810	0.796	0.844	0.706	0.742	0.617	0.854		0.708
ツルオ	0.840	0.779	0.891	0.753	0.873	0.832	0.795	0.732	0.808	0.784	0.782	0.852	0.794	0.770	0.873	0.809	0.908	0.871	0.705	0.708	

3 発生源の影響

発生源の影響を調べるため日平均値が40ppb以上の日の風配図を全局作成した。殆どの局は海風が主体であったが善通寺市役所と相模坊神社は全方向から、林田出張所と高松東消防署は陸風側からの風も同程度あった。これらの局は近くに大きな道路がないためと考えられる。海風主体の典型的な例である高松競輪場の日平均値が60ppbを超えた日の風配図を図5に示す。風は全てといって良いくらいNNWであった。北側には浜街道があり北東500m先にはフェリー乗り場がある。

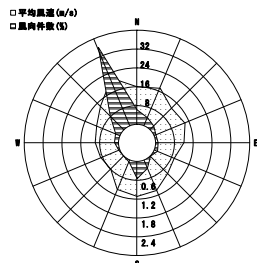


図5 風配図(高松競輪場 日平均値>60ppb)

逆に、日平均値0.1ppm未満の日の風配図では殆どが西風と東風の強い風で北よりの風は極めて少ない。(図6)

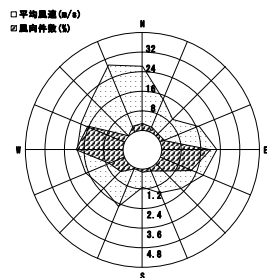


図6 風配図(高松競輪場 日平均値<10ppb)

次に、中讃地域の日変動は似たような動きをするが櫃石島は他局と異なる特異な動きをする。図7に示すように1988年2月では1カ月の内9日も陸上部の測定局よりも相当高濃度となっている。

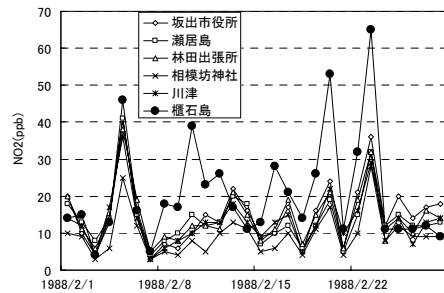


図7 NO₂経日変化

高濃度になった日の経時変化をみると明け方と夜中に特に高くなるパターンが殆どである。(図8)

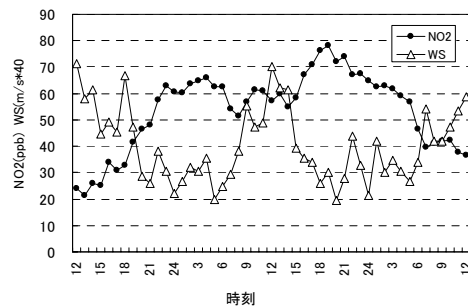


図8 NO₂・WS 経時変化(櫃石島)

日平均値を10ppb毎に分け風配図を描くと20ppb以上の風配図は殆ど同じでカームが最も多くSE系統が主体であった。濃度が上がる毎にカームの割合は増加した。40ppb以上の風配図を図9に示すが、カームとENE~Sを合わせた頻度は75%となり大部分を占める。これは水島航路や備讃瀬戸南北航路とは反対の方向で解釈

がつけにくい。10-20ppb になると NW 系統の風が多くなり、さらに 10ppb 未満では殆どが NW 系統となり、特に風速が強くなっている。(図 10) そして何れの階級の濃度も SW 系統の風は無く風配図は島の地形によるものが大きいと考えられる。これらのことから滞留した大きな汚染質の固まりが島周辺の海域を覆い風が強くなると濃度が下がり、風が弱くなると再び高濃度になると推察される。

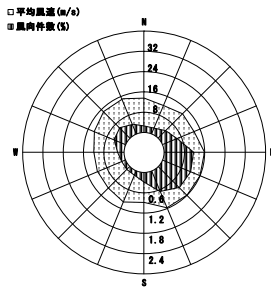


図 9 風配図(櫃石島 日平均値 \geq 40ppb)

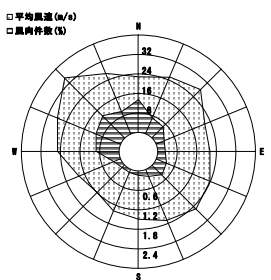


図 10 風配図(櫃石島 日平均値 $<$ 10ppb)

1987-2004 年間の櫃石島の時刻別濃度をみると岩黒島の SO_2 は殆ど変化が無かったのに対し、15 時が最も低く 20 時にかけて上昇しその差は 9ppb あった。時刻による濃度差の原因は不明である。(図 11)

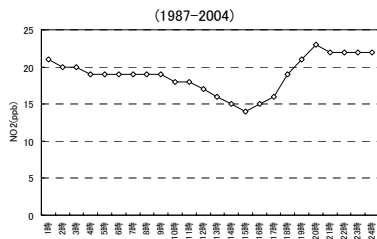


図 11 NO_2 時刻別濃度(櫃石島)

4 年平均値の推移

高松地域の局は 1997 年頃を境に僅かながら減少傾向(3-8ppb)にある。中でも減少幅が最も大きいのが高松競輪場で 30ppb から 22ppb まで減少している。(図 12)

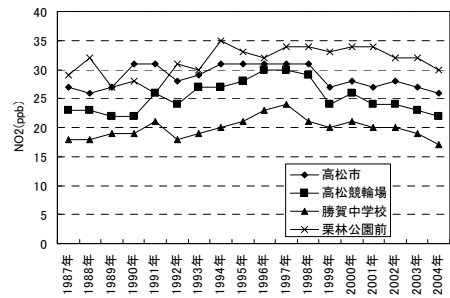


図 12 NO_2 経年変化(高松地域)

坂出地域は 2-4ppb の僅かな減少がみられ、丸亀その他の地域でも 0-5ppb の減少がみられる。(図 13)

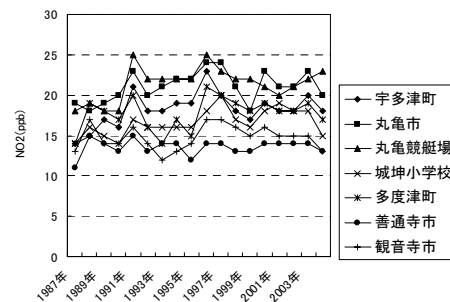


図 13 NO_2 経年変化(丸亀地域他)

5. 日平均値と環境基準

1987 年以降日平均値が長期的評価で超えたのは高松競輪場の 1 回のみである。然し、日平均値が 0.06ppm を超える局は 21 局中 12 局ある。また、日平均値が 0.04ppm 以上となった日数を図 14 に示すが全ての局でみられる。特に船舶の影響が強いと考えられる高松競輪場・丸亀競艇場・櫃石島は自排局の栗林公園・高松市役所に次いで上位を占める。

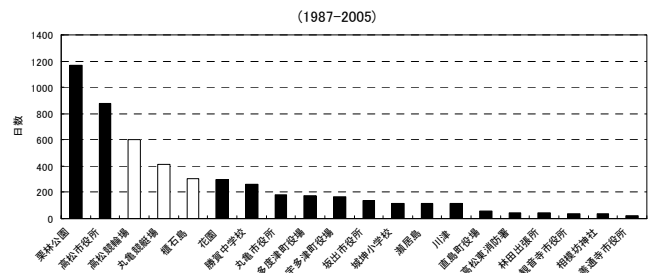


図 14 日平均値 0.04ppm 以上の日数

以上のことから NO_2 の測定は継続する必要があるが、日平均値の動きで観るとこのような狭い範囲に集中して設置することはない。SPM と同様に香川県全域を監視する立場が重要である。

6. 測定局再配置

以上の結果を総合して NO_2 測定局の再配置を次ぎの

ように試算した。高松地域は自排局として高松市役所、環境局として高松東消防署か高松競輪場を残す。中讃地域は櫃石島・坂出市役所・多度津町役場・善通寺市役所を残す。他は基本的にSPM配置局とおなじで県下で計22局とする。(図15)

香川県環境保健研究センター所報



香川県

図15 測定局再配置図(試算)

IV まとめ

香川県でのNO₂は20年間横ばい状態にあり、この10年間は僅かに改善がみられる。環境基準の長期的評価を超えたのは1局で1回だけであるが、日平均値0.06ppmを超える局が数多くあり継続的な監視が必要である。ただし、測定局は海岸近くや主要道路の近くが多く生活環境視の立場からはずいぶん外れている。

- 1 1987年以降高松競輪場で1回のみ環境基準の長期的評価を超えた。
- 2 日平均値が0.06ppmを超える局は12局ある。
- 3 全ての局で日平均値0.04ppm以上となる。
- 4 20年間横ばい状態であるが、この10年間は僅かに減少傾向にある。
- 5 櫃石島・丸亀競艇場は高濃度となる日が特に多く航路の影響と考えられる。
- 6 高松競輪場で高濃度となるのはフェリーの影響が考えられる。
- 7 東讃地域、南部地域はTEAろ紙法で低濃度であるが可住地域全域を環境監視する立場から測定局を設置することが望ましい。

文献

- 1) 西原幸一, 瀬戸義久, 岩崎幹男, 藤岡博文, 冠野禎男, 増井武彦, 三好健治: 窒素酸化物高濃度現象に関する研究(Ⅰ) - 二酸化窒素の変動と分布 -, 香川県環境研究センター所報, 16, 49-56, (1991)
- 2) 西原幸一, 瀬戸義久, 藤井裕士, 冠野禎男, 岡内真由美, 増井武彦, 三好健治: 窒素酸化物高濃度現象に関する研究(Ⅱ) - 高濃度汚染の機構 -, 香川県環境研究センター所報, 16, 57-68, (1991)
- 3) 藤井裕士, 冠野禎男, 西原幸一, 橋本魁躬, 増井武彦, 三好健治: 窒素酸化物高濃度現象に関する研究(Ⅲ) - 高濃度の分布 -, 香川県環境研究センター所報, 17, 59-64, (1992)
- 4) 西原幸一, 橋本魁躬, 藤井裕士, 冠野禎男, 増井武彦, 三好健治: 窒素酸化物高濃度現象に関する研究(Ⅳ) - 二酸化窒素の高濃度の気象条件 -, 香川県環境研究センター所報, 17, 65-71, (1992)
- 5) 橋本魁躬, 冠野禎男, 田村章, 藤井裕士, 増井武彦, 三好健治: 窒素酸化物高濃度現象に関する研究(Ⅴ) - 風向別寄与度 -, 香川県環境研究センター所報, 17, 55-69, (1993)
- 6) 小山健, 三木正信, 久保正弘, 瀬戸義久, 増井武彦, 細川仁: トリエタノールアミンろ紙を用いた二酸化窒素測定(第3報) - 季節毎の野外実験 -, 香川県公害研究センター所報, 11, 1986
- 7) 小山健, 三木正信, 久保正弘, 瀬戸義久, 増井武彦, 細川仁: トリエタノールアミンろ紙を用いた二酸化窒素測定(第4報) - 年間を通してのNO₂自動測定機との相関 -, 香川県公害研究センター所報, 11, 49-58, (1986)
- 8) 小山健, 瀬戸義久, 中野智: トリエタノールアミンろ紙を用いた二酸化窒素測定(第6報) - 香川県下の環境調査 -, 香川県公害研究センター所報, 12, 55-64, (1987)
- 9) 西川恵, 小山健, 瀬戸義久: トリエタノールアミンろ紙を用いた二酸化窒素測定(第7報) - 香川県下の環境調査(2) -, 香川県公害研究

- センター所報, 13, 69-77, (1988)
- 10) 西川恵, 山本務, 高橋敏夫: トリエタノールアミンろ紙を用いた二酸化窒素測定(第8報) —香川県下の環境調査(3)—, 香川県公害研究センター所報, 14, 69-76, (1989)
 - 11) 橋本魁躬, 大津和久, 田村章, 冠野禎男: 高松市及びその周辺地域における窒素酸化物高濃度現象に関する研究 (I) —窒素酸化物の濃度分布—, 香川県環境研究センター所報, 19, 51-59, (1994)
 - 12) 橋本魁躬, 大津和久, 田村章, 長尾裕一: 高松市及びその周辺地域における窒素酸化物高濃度現象に関する研究 (II) —窒素酸化物の濃度分布(2)—, 香川県環境研究センター所報, 20, 61-68, (1995)
 - 13) 山下彰子, 田村章, 大津和久, 橋本魁躬: 高松市及びその周辺地域における窒素酸化物高濃度現象に関する研究 (III) —窒素酸化物の濃度分布(3)—, 香川県環境研究センター所報, 21, 85-92, (1996)