

社叢の植物による二酸化窒素の除去量の推定

An Estimation of the Depletion of Nitrogen Dioxide
Contingent upon the Vegetation of a Shrine.

西原 幸一
Kouichi NISHIHARA

塚本 武
Takeshi TSUKAMOTO

増井 武彦
Takehiko MASUI

The removing effect of nitrogen dioxide depending on plant type was investigated in a shrine-thicket where there was no trunk road nearby, and the nitrogen dioxide concentration was thought to be uniform.

The nitrogen dioxide concentration decreased by approximately 20 percent. It was estimated that in a grove shrine with 4,300m², the nitrogen dioxide of 5.7g grade was removed on a single day, and the removing effect was strengthened by the concentration of nitrogen dioxide.

はじめに

二酸化窒素濃度は、自動車などの移動発生源からの負荷が多く、濃度は横ばい状態が続いている。道路近傍の調査結果¹⁾では、道路端や歩道は高濃度であるが、その内側は街路樹等の植栽により急激に減少し、遮蔽効果・距離減衰効果とともに植物による除去効果が推定された。しかしこの調査では、距離減衰や遮蔽と植物による除去がどの程度の効果を占めているかは、わからなかった。そこで二酸化窒素の発生源が少なく、濃度勾配がほとんどないと考えられ、距離減衰や遮蔽効果を考慮する必要のない、農村部の社叢で植物による除去効果の調査を行った。

調査方法

1. 調査期間 平成9年4月～11年3月

簡易サンプラーを用いた二酸化窒素濃度の測定

平成9年4月28日～10年4月27日

二週間毎26回、一年間

社叢の広さや高さ、樹種・本数及び胸高直径等の

測定並びに社叢内外の風速の測定

平成10年4月～11年3月

2. 調査地点

調査地点は、仲南町山脇の木熊野神社で付近の略図を図1～3に示す。図1のように南側及び東側は讃岐山脈に連なる高い山、西側と北側は低い山や丘陵となり、盆地状となっている。二酸化窒素の発生源と考えられる工場等はなく、主要な道路である国道32号線までは、山を挟んで最短距離約850mである。また上下合わせて約60本のディーゼル列車が通過するJR土讃線が、約280m離れた所を通過して、主として普通列車が停車する讃岐財田駅が約500mの所にある。社叢周辺は図2のように、人家が散在し水田が主で少し果樹園があり、周辺の道路はこの地域の住民以外の利用は少ない。発生源から100m離れると、距離減衰による濃度勾配は無視できるので、この社叢周辺での濃度勾配は無いと考えた。社叢から約180mの図2の地点5で、この地域の二酸化窒素濃度を測定した。また図3の地点1～4で社叢の二酸化窒素濃度を測定し、A～Eの場所で樹木量等を測定した。

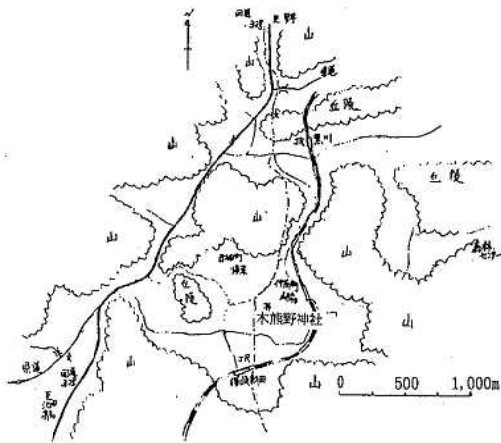


図 1



図 2



図 3

3. 調査方法

二酸化窒素濃度は簡易サンプラーを用いたTEAろ紙法で測定した。この方法では濃度は $\mu\text{g}/\text{日}\cdot 100\text{cm}^3$ の単位

であるが、今までの検討結果から2割程度のばらつきを考慮すれば、公定法のppbの単位で表した数値とほぼ同じとなることがわかっているため、ppbとして扱った。また社叢内の破線でかこった $5\text{m}\times 5\text{m}$ のA～Eの地点で樹種、本数及び胸高直径又は根元直径を測定した。風速は社叢内及び50m以上離れた場所で $0.01\text{m}/\text{秒}$ 程度まで測定できる微風速計で測定した。周囲を三角測量し社叢の面積及び形を求めた。また社叢から200m以上離れたところで、互いに55.5m離れた二地点から社叢及び林冠を測量し、森の高さを求めた。

調査結果及び考察

1. 二酸化窒素濃度の測定

調査期間中の地点1～5の26回の測定結果を表1に示す。この周辺地域で過去に行った調査結果では、財田町役場8.5、仲南町福祉センター7.1、琴南町役場5.8、農試満濃分場5.1であったが、地点5ではさらに低く4.9であった。また6月23日～7月7日の期間以外はすべて、地点5に比べて社叢内の地点1～4がさらに濃度が低くなっていた。地点5と地点1～4の平均値の濃度差は、年平均値で1.1ppbとなっており、社叢により二酸化窒素が除去されたことが推察され、この差を除去された濃度とした。

2. 社叢内の大気交換回数の推定

社叢内の風速を測定し大気の大気交換回数を推定した。社叢から100m以上離れた外部で $1\text{m}/\text{秒}$ 以下の風速の場合は、社叢内では風速は観測されなかった。また外部で $1\sim 2\text{m}/\text{秒}$ の場合は、無風 $\sim 0.1\text{m}/\text{秒}$ で、外部で $3\sim 4\text{m}/\text{秒}$ の場合は、内部でも風があつて $1\sim 2\text{m}/\text{秒}$ 吹いていた。測定結果を表2に示す。

そこで外部の風から社叢内の風を推定する式を次のように作った。

$$y = 0.01x \quad (0 < x \leq 1)$$

$$y = 0.1(x - 1) + 0.01 \quad (1 < x \leq 2)$$

$$y = (x - 2) + 0.11 \quad (2 < x)$$

社叢は図3のように、東西約100m・南北約50mの長方形で、面積 $4,300\text{m}^2$ 程度であるが、径が65mの正方形として処理した。毎日の外部の風速は、約3.5km離れた財田のアメダスのデータを用い、大気の大気交換回数を求めた。毎

日の除去濃度は、交換回数の逆数に比例すると考えられるので、交換回数の逆数を濃度の測定期間である二週間で平均し、その逆数を濃度測定期間の平均大気交換回数とした。

3. 二酸化窒素の除去量

社叢の容積は、林冠までの高さは最高部で25m程度で平均23mであったので23mとし、98,000m³とした。

表 1 二酸化窒素濃度の測定結果

	期 間	地点1	地点2	地点3	地点4	地点5	平 均	減少濃度(地点5と1~4の差)	
1	H09.04.28 -05.12	9.4	9.4	9.6	9.3	10.2	9.6	0.775	
2		6.6	6.8	6.7	6.4	7.4	6.8	0.775	
3	05.26 -06.09	3.4	3.5	3.8	3.5	4.9	3.8	1.35	
4	06.09 -06.23	3.2	3.3	3.3	3.3	3.9	3.4	0.625	
5	06.23 -07.07	2.5	2.6	2.5	2.3	2.3	2.4	-0.175	
6	07.07 -07.22	3.2	3.2	3.3	3.2	3.6	3.3	0.375	
7	07.22 -08.04	2.3	2.4	2.3	2.3	4.7	2.8	2.375	
8	08.04 -08.18	2.1	2.1	1.9	1.9	2.2	2.0	0.2	
9	08.18 -09.01	3.0	3.0	2.8	3.1	3.9	3.2	0.925	
10	09.01 -09.16	3.0	2.8	2.8	3.0	3.3	3.0	0.4	
11	09.16 -09.29	2.7	2.5	2.7	2.5	4.3	2.9	1.7	
12	09.29 -10.13	1.9	2.1	2.1	2.0	2.7	2.2	0.675	
13	10.13 -10.27	3.2	3.3	3.2	3.0	3.9	3.3	0.725	
14	10.27 -11.10	2.9	3.0	3.0	2.8	4.7	3.3	1.775	
15	11.10 -11.25	4.3	4.3	4.3	4.0	4.9	4.4	0.675	
16	11.25 -12.08	4.8	4.7	4.6	4.6	5.1	4.8	0.425	
17	12.08 -12.22	4.0	4.0	3.9	3.7	4.3	4.0	0.4	
18	12.22 -01.06	3.0	3.1	3.0	2.8	3.3	3.0	0.325	
19	H10.01.06 -01.19	3.8	3.8	3.7	3.6	4.1	3.8	0.375	
20		01.19 -02.02	2.6	2.5	2.6	2.5	3.6	2.8	1.05
21		02.02 -02.16	4.5	4.6	4.8	4.5	5.3	4.7	0.7
22		02.16 -03.02	4.6	4.8	5.1	4.7	7.4	5.3	2.6
23	03.02 -03.16	3.5	3.5	3.7	3.5	4.6	3.8	1.05	
24	03.16 -03.30	3.5	3.5	3.7	3.6	4.0	3.7	0.425	
25	03.30 -04.13	5.6	6.2	6.1	6.1	10.0	6.8	4.0	
26	04.13 -04.27	6.3	6.4	6.0	6.4	9.5	6.9	3.225	
平均		3.8	3.9	3.9	3.8	4.9	4.1	1.07	

表 2 外部の風速と森の中の風速 (m/秒)

外部の風の強さ	外部の風速(X)	地点1の風速(Y)
1m以下の場合	0.7	0.00
	0.7	0.00
	0.9	0.02
1m~2mの場合	1.2	0.00
	1.2	0.02
	1.5	0.15
	1.8	0.04
2mを越える場合	2.0	0.07
	2.3	0.04
	2.3	0.99
	2.5	0.78
	2.6	0.04
	3.1	1.20
	3.5	1.19
4.8	2.77	

二酸化窒素の除去された濃度に容積と交換回数をかけて、除去された量を算出した。結果は表3のとおりで、この社叢全体で0~21g/日と期間により変動し平均は5.7g/日であった。この量は常緑広葉樹林の場合に除去されると推定される量²⁾の2/3程度で、やや少ないがほぼ合っていると考えられた。しかし単木の場合に除去される量は、表4に示した樹木の本数や胸高直径等から推

定すると²⁾3%以下であり、社叢内の樹木は独立した単木に比べて、葉量がひじょうに少ないものと考えられた。

表 3 除去された二酸化窒素の量

	季節	期 間	除去された濃度(ppb)	交換回数(回数/日)	除去量(g/日)	
1	春季	H09.04.28-05.12	0.775	24	3.5	
2		05.12-05.26	0.775	37	5.4	
3	夏季	05.26-06.09	1.35	31	7.9	
4		06.09-06.23	0.625	38	4.5	
5		06.23-07.07	-----	48	-----	
6		07.07-07.22	0.375	17	1.2	
7		07.22-08.04	2.375	28	12	
8		08.04-08.18	0.2	50	1.9	
9		08.18-09.01	0.925	18	3.1	
10		秋季	09.01-09.16	0.4	34	2.6
11			09.16-09.29	1.7	37	12
12	09.29-10.13		0.675	43	5.5	
13	10.13-10.27		0.725	15	2.0	
14	10.27-11.10		1.775	37	12	
15	11.10-11.25	0.675	18	2.3		
16	冬季	11.25-12.08	0.425	47	3.8	
17		12.08-12.22	0.4	17	1.3	
18		12.22-01.06	0.325	19	1.2	
19		01.06-01.19	0.375	22	1.5	
20		01.19-02.02	1.05	31	6.1	
21		02.02-02.16	0.7	18	2.4	
22		02.16-03.02	2.6	44	21	
23		春季	03.02-03.16	1.05	33	6.5
24	03.16-03.30		0.425	18	1.4	
25	03.30-04.13		4.0	19	14	
26	04.13-04.27		3.225	22	13	
平均			1.07		5.7	

表4 社叢の樹種及び胸高直径等

地点		樹種又は本数	胸高直径 (cm)
A	高木	ツブラジイ ウラジロガシ ナギ シュロ	60 25 15 10
	低木	5本	
B	高木	ツブラジイ ツブラジイ ナギ	65 35 15
	低木	10本	
C	高木	ツブラジイ ツブラジイ ツブラジイ クスノキ ナギ ナギ	47 10 7 23 10 8
	低木	8本	
D	高木	ツブラジイ ツブラジイ タブノキ ウラジロガシ ウラジロガシ ナギ	43 34 37 14 6 8
	低木	20本	
E	高木	ツブラジイ タブノキ ナギ	65 45 9
	低木	40本	

低木として高木の幼木の他に、イヌマキ・マダケ・ヤブニッケイ・ムクノキ・ヤブツバキ・ヒサカキが生えている。

4. 二酸化窒素濃度・日照時間と二酸化窒素除去量の関係

汚染ガス吸収の経験モデル式³⁾では、吸収速度はガス濃度・日射量・風速の積の形になっている。このうち風速については、すでに大気の交換回数の推定に使用したため関係を調べることはできないが、二酸化窒素濃度と除去量及び日射量に変えて日照時間と除去量の関係を調べた。

地点5の二酸化窒素濃度(x)と二酸化窒素除去量(y)の関係は

$$y = 1.28x - 0.59, \text{ 相関係数 } 0.53 \text{ (n=26)}$$

で正の相関があることが推定され、二酸化窒素濃度が高いほど多く除去できることがわかった。調査した地点は濃度の低い場所であり、濃度の高い場所ではより多くの除去量が期待できると考えられる。

次に日照時間と二酸化窒素除去量では、相関関係を確認することができなかった。二酸化窒素濃度の影響の方が大きいためと考えられた。

5. 二酸化窒素除去量の季節変動

季節別の二酸化窒素除去量は表5のとおりで、濃度が高い春季に多く7.3g/日となり、濃度が低い夏季に少なく4.4g/日であった。そこで春季に多く除去されていることが推定されたが、各季節とも6~7回の測定回数のため、変動が大ききはっきりわからなかった。

表5 季節別の二酸化窒素濃度と除去量

	春季	夏季	秋季	冬季
濃度(ppb)	7.6	3.6	4.0	4.7
除去量(g/日)	7.3	4.4	6.1	5.3

ま と め

1. 社叢内の二酸化窒素濃度は、外部より平均で1.1ppb低くなっており、約2割の二酸化窒素が除去されていた。
2. 社叢により平均5.7g/日の二酸化窒素が除去されていた。
3. 二酸化窒素濃度が高いときほど、多く除去されていた。濃度の高い地点ではより多くの二酸化窒素が除去できることが考えられた。

この調査にあたりご協力をいただいた、仲南町山脇自治会長・香川義政様はじめ自治会の方々及び木熊野神社に深謝いたします。

文 献

- 1) 鈴木佳代子, 戎子剛, 西原幸一: 香川県環境研究センター所報, 18, 45(1993)
- 2) 公害健康被害補償協会発行「大気浄化植樹マニュアル」
- 3) 青木正敏, 戸塚績, 鈴木義則 他: 国立環境研究所研究報告, 108, 41(1987)