

8 二酸化窒素濃度に対するオゾンの影響

8.1 将来オゾン濃度の変化

窒素酸化物は発生源から排出される時点ではほとんどが一酸化窒素であり、排出後、オゾンとの酸化反応により二酸化窒素に変化していく。反応速度や反応量は、周辺大気のオゾン濃度によって変化する。本調査では、将来のオゾン濃度は現状と変化しないことを前提に予測を行ったが、これまでの知見によると、越境汚染や都市大気の排出構造の変化からオゾン濃度が増加する可能性が指摘されている。

たとえば、「光化学オキシダント・対流圏オゾン検討会報告書(中間報告)」(平成 19 年 12 月)によると、越境汚染による濃度増加は、排出量増加が中位程度において、日本行きのオゾン濃度増加は 20 年間に 5～8 月において 2～5ppb 増加が予測されている。

また、「日本国内の大気汚染に対する都市・半球スケール大気汚染の影響(2011、茶谷)」によると、関東域において、国内の排出量のみを変化させた場合の O₃ 濃度の変化は 4、6 月では 5～15%増加、11 月には 50%を超える増加を予測している。一方、東アジア域の排出増加が関東域に与える影響は、持続可能性追求型において、4 月、6 月、11 月で 1.4～2.2%の増加にとどまっている。

一方、「第一回光化学オキシダント調査検討会(平成 23 年 8 月 10 日、環境省)」資料によれば、関東地方における排出量の変化から平成 32 年度はオゾン濃度の増加が予測されている。2020 年度は 2010 年度と比べると、年平均値で 5ppb 程度、月別には 1.9～7.3ppb の増加が予測されている。

本調査では、将来オゾンの変化による二酸化窒素濃度の予測の不確実性に対応するために、現況のオキシダント濃度に対して表 8-1 の濃度を付加し、予測計算を行った。環境省の推計によれば、平成 22 年度に対して平成 32 年度は、関東域で 3.4～6.0ppb の増加が見込まれている。環境省推計では東アジアの排出量の増分が見込まれていない。茶谷の報告によると 4 月 1.4%、6 月 2.2%、11 月 1.6%程度の増加が予測されているので、この増加率を 2005 年の季別平均濃度に乗じ、平成 32 年度の東アジアの増分を求めた。この濃度増分を加え、4.2～7.5ppb を現況のオキシダント濃度に足し合わせて二酸化窒素を予測した。

二酸化窒素の定常近似モデルでは、実測値のオゾン、二酸化窒素、窒素酸化物濃度からポテンシャルオゾンを求める。オゾン濃度は上記の増加分を加えて評価した。オゾン濃度の変化は、窒素酸化物と揮発性有機化合物の濃度変化に伴う現象であることから、ポテンシャルオゾンを推定する際も窒素酸化物の濃度変化を考慮する必要がある。(揮発性有機化合物はモデルで表現されていないのでここでは扱わない。)そこで、本調査では、現況と単純将来における二酸化窒素と窒素酸化物の濃度差の平均値を求め、ポテンシャルオゾン算定時の二酸化窒素と窒素酸化物濃度を補正した。

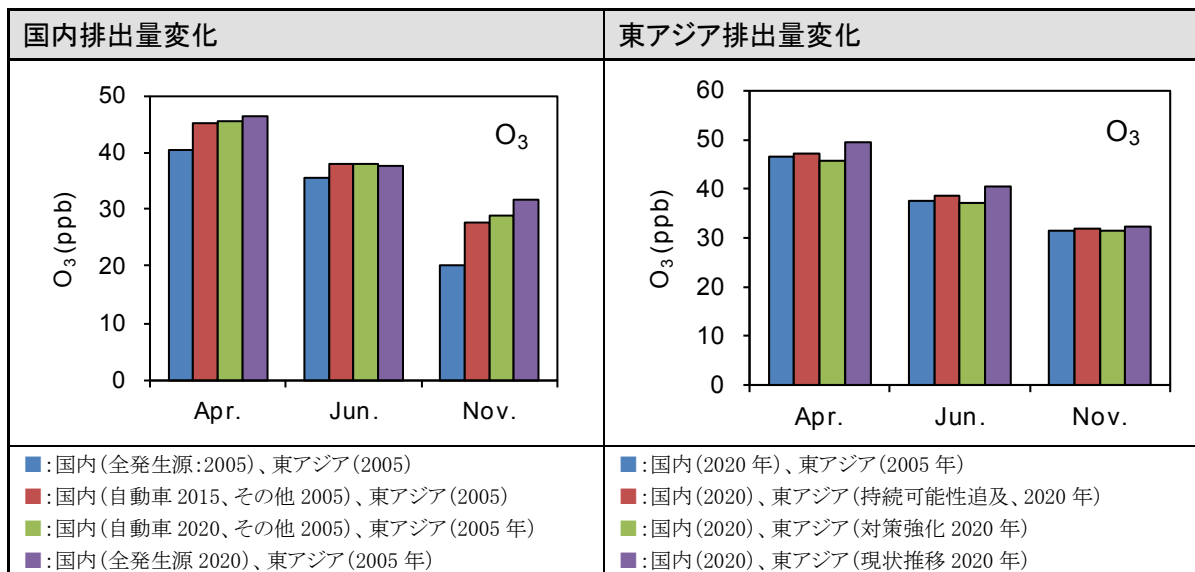


図 8-1 将来 O₃ 濃度の予測(茶谷)

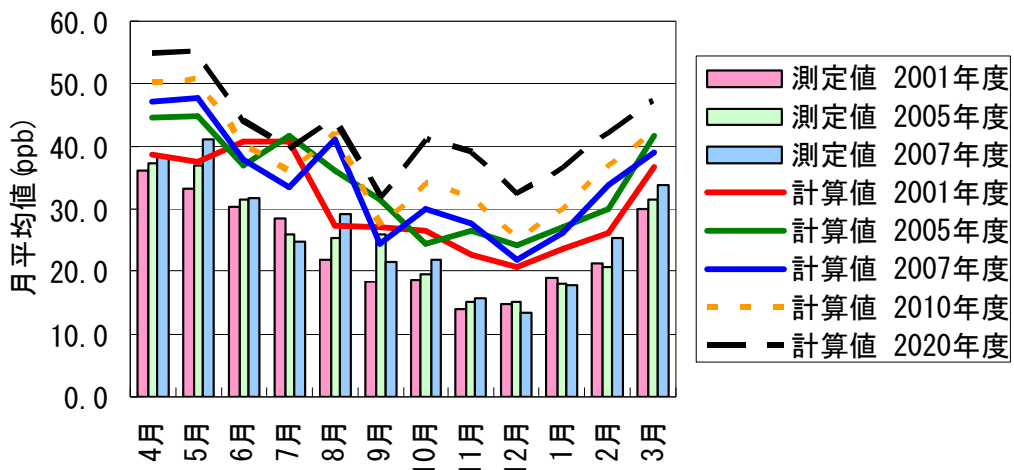


図 8-2 関東地域における O₃ 将来予測結果(環境省資料)

表 8-1 光化学オキシダント濃度の上昇量の推計

季節	環境省推計値(季別平均濃度(ppb))				東アジア増分	関東+東アジア
	平成17年度(2005)	平成22年度(2010)	平成32年度(2020)	関東の増分(H32-H22)	増分濃度(ppb)	増分濃度(ppb)
春(4,5,6月)	42.1	47.0	51.2	4.2	0.7	4.9
夏(7,8,9月)	36.4	35.1	38.5	3.4	0.8	4.2
秋(10,11月)	25.6	33.0	40.1	7.1	0.4	7.5
冬(12,1,2,3月)	30.8	33.7	39.6	6.0	0.5	6.5
年間	34.2	37.2	42.3	5.1	0.6	5.7

8.2 将来シミュレーション結果

8.2.1 測定局濃度の予測結果

将来のオゾン濃度が上昇した場合を想定してシミュレーションを実施した。

発生源別平均寄与濃度を表 8-2 及び図 8-3 に示す。環境基準及び県環境目標値の達成状況を表 8-3 に示す。また、測定局毎の年平均値及び年間 98%値の推計値を表 8-4～表 8-7 に示す。

将来のオゾン濃度が上昇した場合の濃度予測結果を見ると、年平均値の全局平均が 12.9ppb となり、単純将来とくらべて濃度増加が見られた。環境基準を超過する局はなかったが、県環境目標値の非達成局は、一般局で 5 局増、自排局で 2 局増が予測される。測定局別には、年平均値で最大 2.5ppb 程度の増加、年間 98%値で最大 3.3ppb 程度の増加が見られた。

表 8-2 発生源別平均寄与濃度(平成 32 年度、オゾン濃度の上昇、二酸化窒素)

局種	ケース	将来予測結果												
		日平均値 の年間 98%値 (ppb)	年平均値(ppb)											
			年平均 値計	工場・ 事業場	一般 家庭	自動車		船舶	航空 機	群小発生源		建設 機械類	県外	バック グラウンド
					幹線 道路	細街 路 冷温 始動				小規 模ボ イラ	小型 焼却 炉			
一般局	単純将来	25.1	10.8	1.8	0.5	1.4	1.2	0.4	0.3	0.6	0.0	1.0	2.9	0.8
	オゾン上昇	25.8	11.3	1.8	0.5	1.5	1.2	0.4	0.3	0.6	0.0	1.0	3.0	0.9
自排局	単純将来	35.5	18.3	1.9	0.8	5.6	1.8	0.6	0.3	1.0	0.0	1.5	4.1	0.6
	オゾン上昇	37.0	19.4	2.0	0.8	6.0	1.9	0.7	0.3	1.1	0.0	1.6	4.3	0.7
全局	単純将来	27.2	12.3	1.8	0.5	2.3	1.3	0.4	0.3	0.7	0.0	1.1	3.1	0.8
	オゾン上昇	28.0	12.9	1.9	0.6	2.4	1.4	0.5	0.3	0.7	0.0	1.1	3.3	0.9

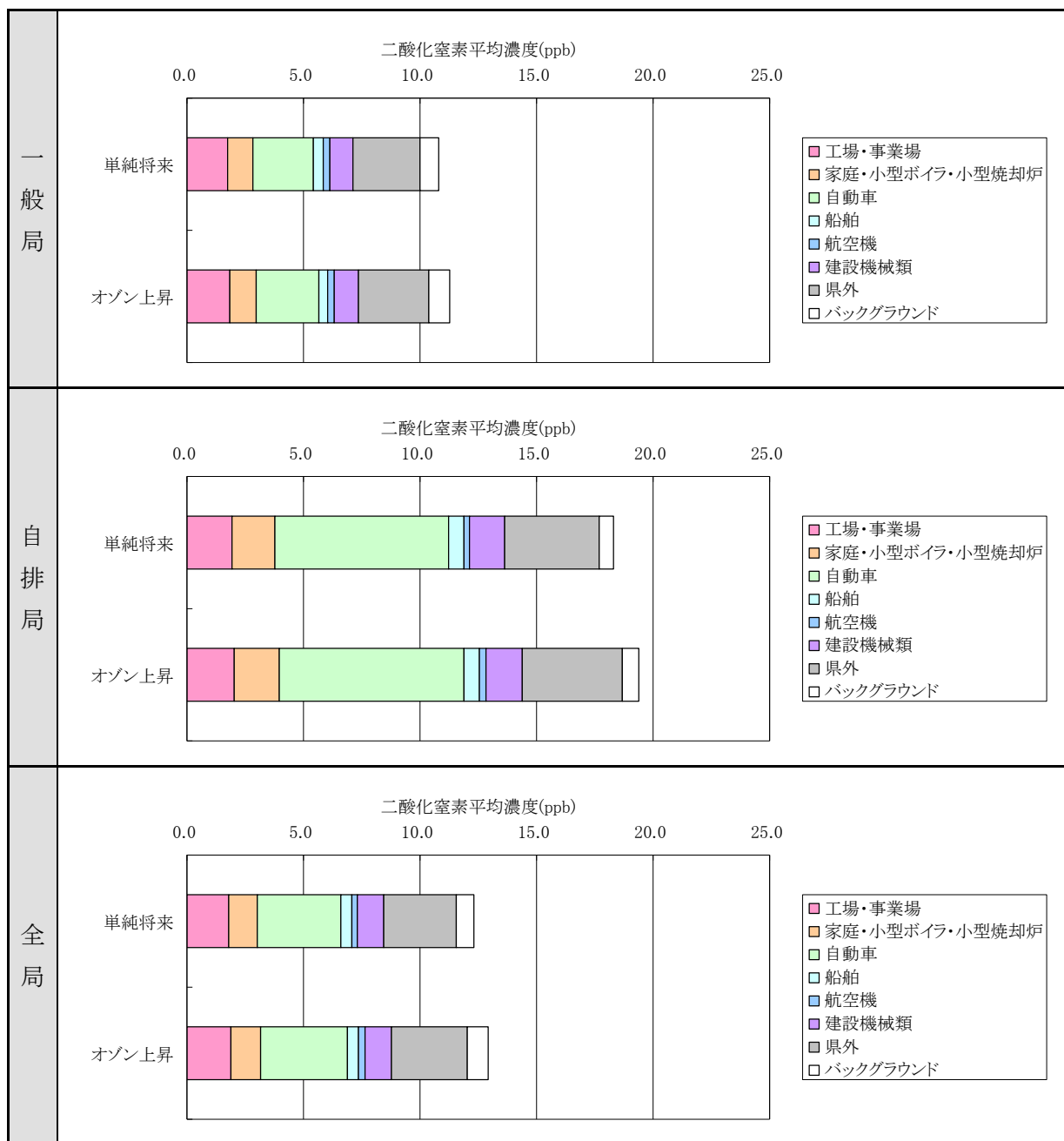


図 8-3 発生源別平均寄与濃度の比較(平成 32 年度、オゾン濃度の上昇、二酸化窒素)

表 8-3 環境基準及び県環境目標値達成状況

局種	ケース	測定局数	環境基準(60ppb)			県環境目標値(40ppb)		
			達成局数	非達成局数	達成率(%)	達成局数	非達成局数	達成率(%)
一般局	単純将来	114	114	0	100	114	0	100
	オゾン上昇	114	114	0	100	114	0	100
自排局	単純将来	29	29	0	100	21	8	72.4
	オゾン上昇	29	29	0	100	21	8	72.4
全局	単純将来	143	143	0	100	135	8	94.4
	オゾン上昇	143	143	0	100	135	8	94.4

表 8-4 二酸化窒素の予測計算結果(平成 32 年度、一般局)

測定局		年平均値			日平均値の年間 98%値(ppb)		
市区町村	測定局名	単純将来	オゾン濃度上昇	濃度変化量	単純将来	オゾン濃度上昇	濃度変化量
		ppb	ppb	ppb	ppb	ppb	ppb
千葉市中央区	明德学園	9.9	10.3	0.4	24.7	25.3	0.6
千葉市中央区	寒川小学校	16.0	16.6	0.6	34.4	35.4	1.0
千葉市中央区	末広中学校	13.7	14.2	0.5	28.5	29.4	0.8
千葉市中央区	松ヶ丘小学校	11.5	11.9	0.4	27.2	27.8	0.7
千葉市中央区	蘇我中学校	13.8	14.3	0.5	30.7	31.5	0.8
千葉市中央区	福正寺	15.3	15.8	0.5	34.3	35.1	0.8
千葉市中央区	臨海ドライブイン	16.4	17.0	0.6	33.7	34.7	1.0
千葉市中央区	蘇我保育所	16.4	17.2	0.9	33.1	34.5	1.4
千葉市中央区	都公園	13.5	14.0	0.5	29.2	30.0	0.8
千葉市花見川区	花見川第一小学校	11.8	12.3	0.4	22.9	23.6	0.7
千葉市花見川区	検見川小学校	14.5	14.9	0.5	30.5	31.2	0.8
千葉市稲毛区	千草台小学校	17.1	18.1	1.0	31.4	33.0	1.6
千葉市稲毛区	山王小学校	13.1	13.6	0.5	27.4	28.2	0.8
千葉市稲毛区	宮野木	15.7	16.2	0.5	29.3	30.1	0.9
千葉市若葉区	桜木小学校	11.5	11.9	0.4	27.6	28.2	0.7
千葉市若葉区	大宮小学校	9.6	10.0	0.4	22.9	23.4	0.6
千葉市若葉区	千城台北小学校	10.8	11.2	0.4	24.1	24.8	0.7
千葉市緑区	泉谷小学校	9.9	10.2	0.3	24.7	25.2	0.5
千葉市緑区	土気	7.5	7.7	0.2	20.2	20.5	0.4
千葉市美浜区	真砂公園	14.1	14.6	0.5	28.7	29.4	0.8
銚子市	銚子唐子	6.4	6.5	0.1	14.6	14.7	0.1
市川市	市川本行徳	17.2	18.2	1.0	36.4	37.9	1.5
市川市	市川新田	13.7	14.4	0.7	30.4	31.5	1.1
市川市	市川二俣	17.9	18.6	0.7	35.1	36.1	1.1
市川市	市川大野	10.7	11.1	0.4	25.3	26.0	0.7
市川市	市川本八幡	15.1	15.6	0.5	31.6	32.5	0.9
船橋市	船橋丸山	11.9	12.3	0.4	27.3	28.0	0.7
船橋市	船橋高根	13.2	13.7	0.5	26.3	27.1	0.7
船橋市	船橋高根台	12.1	12.6	0.5	26.6	27.4	0.8
船橋市	船橋前原	13.6	14.1	0.5	30.0	30.8	0.9
船橋市	船橋豊富	10.0	10.4	0.4	21.6	22.3	0.6
船橋市	船橋印内	13.2	13.7	0.5	31.0	31.8	0.8
船橋市	船橋若松	18.3	19.1	0.8	35.2	36.4	1.3
船橋市	船橋南本町	14.8	15.6	0.8	29.7	31.0	1.3
館山市	館山亀ヶ原	5.3	5.4	0.1	13.9	14.0	0.1
木更津市	木更津中央	11.3	11.7	0.4	25.8	26.4	0.6
木更津市	木更津畔戸	11.4	11.8	0.4	29.1	29.7	0.7
木更津市	木更津清見台	10.3	10.7	0.4	29.0	29.6	0.6
木更津市	木更津畑沢	5.3	5.6	0.2	9.9	10.3	0.4
木更津市	木更津真里谷	5.6	5.9	0.3	21.7	22.2	0.4
松戸市	松戸根本	16.2	17.0	0.8	30.5	31.8	1.2
松戸市	松戸五香	13.3	13.7	0.4	27.5	28.2	0.7
松戸市	松戸二ツ木	14.1	14.5	0.5	29.8	30.6	0.8
野田市	野田市野田	13.7	14.2	0.5	26.2	27.0	0.8
野田市	野田桐ヶ作	10.8	11.1	0.4	25.4	26.0	0.6
茂原市	茂原高師	6.5	6.8	0.3	13.6	14.1	0.5

(注) 日平均値の年間 98%値の「■」は環境基準濃度(60ppb)超過を示す。「■」は千葉県環境目標値(40ppb)超過を示す。

表 8-5 二酸化窒素の予測計算結果(平成 32 年度、一般局)

測定局		年平均値			日平均値の年間 98%値(ppb)		
市区町村	測定局名	単純将来	オゾン濃度上昇	濃度変化量	単純将来	オゾン濃度上昇	濃度変化量
		ppb	ppb	ppb	ppb	ppb	ppb
成田市	成田大清水	11.6	12.0	0.5	24.4	25.2	0.7
成田市	成田幡谷	6.7	6.9	0.2	17.5	17.8	0.3
成田市	成田加良部	8.9	9.1	0.3	21.4	21.8	0.4
成田市	成田奈土	6.4	6.6	0.2	16.5	16.8	0.3
佐倉市	佐倉岩富	7.1	7.2	0.0	13.8	13.9	0.0
佐倉市	佐倉江原新田	8.9	9.2	0.3	20.9	21.5	0.5
佐倉市	佐倉井野	8.7	9.1	0.4	21.6	22.2	0.6
東金市	東金堀上	7.4	7.6	0.2	19.8	20.1	0.4
習志野市	習志野鷲沼	12.9	13.3	0.4	29.0	29.7	0.7
習志野市	習志野東習志野	11.8	12.2	0.4	25.0	25.7	0.7
習志野市	習志野谷津	16.4	17.2	0.8	33.7	35.0	1.3
柏市	柏市柏	17.2	18.2	1.0	29.1	30.7	1.7
柏市	柏永楽台	11.4	11.8	0.4	27.2	27.9	0.7
柏市	柏大室	9.6	9.8	0.2	22.7	23.1	0.3
勝浦市	勝浦小羽戸	3.6	3.6	0.1	12.9	12.9	0.1
市原市	市原八幡	11.7	12.1	0.5	28.2	29.0	0.8
市原市	市原五井	13.5	14.0	0.5	28.2	29.0	0.8
市原市	市原姉崎	11.1	11.5	0.4	25.5	26.2	0.7
市原市	市原廿五里	10.5	10.9	0.4	26.6	27.2	0.6
市原市	市原潤井戸	8.6	9.0	0.4	21.7	22.3	0.6
市原市	市原辰巳台	9.4	9.8	0.4	24.5	25.1	0.6
市原市	市原有秋	9.3	9.7	0.3	25.8	26.3	0.6
市原市	市原松崎	6.3	6.5	0.2	22.2	22.5	0.3
市原市	市原岩崎西	17.1	17.7	0.6	32.6	33.5	1.0
市原市	市原郡本	11.0	11.4	0.4	27.1	27.8	0.7
市原市	市原平野	4.1	4.3	0.2	16.8	17.1	0.3
市原市	市原奉免	5.7	6.0	0.2	19.6	20.0	0.4
流山市	流山平和台	15.0	15.6	0.6	31.0	32.0	1.0
八千代市	八千代高津	12.1	12.5	0.4	25.9	26.7	0.7
八千代市	八千代米本	10.2	10.6	0.4	23.0	23.7	0.6
我孫子市	我孫子湖北台	9.6	9.9	0.3	24.8	25.3	0.6
鎌ヶ谷市	鎌ヶ谷軽井沢	12.0	12.5	0.5	24.5	25.3	0.8
君津市	君津久保	10.8	11.2	0.4	27.5	28.1	0.6
君津市	君津坂田	13.6	14.9	1.3	31.0	33.1	2.1
君津市	君津宮下	6.6	6.9	0.3	23.1	23.6	0.5
君津市	君津人見	14.8	16.4	1.6	29.9	32.5	2.6
君津市	君津俣田	6.0	6.3	0.3	20.4	20.9	0.5
君津市	君津糠田	7.2	7.5	0.3	22.1	22.6	0.5
富津市	富津下飯野	14.4	15.2	0.8	31.2	32.5	1.3
富津市	富津市富津	10.8	11.4	0.6	27.6	28.5	0.9
富津市	富津小久保	9.3	9.7	0.4	23.4	24.0	0.6
富津市	富津鶴岡	8.7	9.1	0.4	24.1	24.7	0.6
富津市	富津岩坂	6.8	7.0	0.2	23.5	23.8	0.3
富津市	富津金谷	7.6	7.8	0.2	23.6	24.0	0.4
富津市	富津大堀	14.4	15.3	0.9	34.0	35.5	1.5
浦安市	浦安猫実	18.3	19.3	1.0	37.2	38.9	1.6
四街道市	四街道鹿渡	10.4	10.8	0.4	23.8	24.5	0.6

(注) 日平均値の年間 98% 値の「■」は環境基準濃度(60ppb)超過を示す。「■」は千葉県環境目標値(40ppb)超過を示す。

表 8-6 二酸化窒素の予測計算結果(平成 32 年度、一般局)

測定局		年平均値			日平均値の年間 98%値(ppb)		
市区町村	測定局名	単純将来	オゾン濃度上昇	濃度変化量	単純将来	オゾン濃度上昇	濃度変化量
		ppb	ppb	ppb	ppb	ppb	ppb
袖ヶ浦市	袖ヶ浦坂戸市場	12.3	12.7	0.4	26.5	27.2	0.7
袖ヶ浦市	袖ヶ浦代宿	11.7	12.2	0.5	31.2	32.1	0.9
袖ヶ浦市	袖ヶ浦三ツ作	8.5	8.9	0.4	24.4	25.0	0.6
袖ヶ浦市	袖ヶ浦蔵波	11.8	12.3	0.5	27.2	28.0	0.8
袖ヶ浦市	袖ヶ浦吉野田	7.4	7.8	0.3	22.0	22.5	0.6
袖ヶ浦市	袖ヶ浦横田	6.9	7.3	0.3	20.6	21.1	0.5
袖ヶ浦市	袖ヶ浦川原井	8.0	8.3	0.3	25.4	25.9	0.5
袖ヶ浦市	袖ヶ浦長浦	10.8	11.6	0.8	27.5	28.8	1.3
八街市	八街市八街	7.4	7.7	0.3	18.0	18.5	0.5
印西市	印西高花	9.2	9.6	0.4	22.2	22.8	0.6
白井市	白井七次台	11.6	12.0	0.4	24.1	24.8	0.7
匝瑳市	匝瑳椿	5.9	6.0	0.1	13.6	13.7	0.1
香取市	香取大倉	6.8	7.0	0.2	16.0	16.3	0.4
香取市	香取新島	8.0	8.2	0.2	23.3	23.6	0.4
香取市	香取羽根川	7.5	7.7	0.3	15.2	15.6	0.4
香取市	香取府馬	6.6	6.8	0.2	15.6	15.9	0.3
栄町	栄安食台	7.5	7.8	0.3	20.1	20.5	0.4
芝山町	芝山山田	7.8	8.1	0.3	19.3	19.7	0.4
横芝光町	横芝光横芝	6.7	6.9	0.2	17.6	17.9	0.3
一宮町	一宮東浪見	5.2	5.2	0.1	15.7	15.8	0.1
鋸南町	鋸南下佐久間	6.2	6.4	0.2	16.8	17.0	0.2

(注) 日平均値の年間 98%値の「■」は環境基準濃度(60ppb)超過を示す。「■」は千葉県環境目標値(40ppb)超過を示す。

表 8-7 二酸化窒素の予測計算結果(平成 32 年度、自排局)

測定局		年平均値			日平均値の年間 98%値(ppb)		
市区町村	測定局名	単純将来	オゾン濃度上昇	濃度変化量	単純将来	オゾン濃度上昇	濃度変化量
		ppb	ppb	ppb	ppb	ppb	ppb
千葉市中央区	千葉市役所自排	32.0	34.1	2.1	55.3	58.0	2.7
千葉市中央区	霞川自排	24.5	25.2	0.7	37.5	38.5	0.9
千葉市花見川区	宮野木自排	20.2	21.2	1.0	35.7	36.9	1.3
千葉市花見川区	検見川自排	18.5	19.1	0.6	40.4	41.2	0.8
千葉市稲毛区	千草自排	19.5	20.7	1.2	34.1	35.7	1.6
千葉市美浜区	幕張西自排	17.9	18.7	0.7	41.2	42.2	1.0
千葉市美浜区	真砂自排	20.8	22.2	1.3	37.8	39.5	1.7
市川市	市川市市川(車)	21.4	23.0	1.6	40.8	42.9	2.1
市川市	市川行徳(車)	20.1	21.2	1.1	37.4	38.9	1.5
市川市	市川若宮(車)	14.9	15.5	0.6	31.3	32.2	0.8
船橋市	船橋海神(車)	19.6	21.0	1.4	37.0	38.9	1.9
船橋市	船橋日の出(車)	23.1	24.5	1.4	53.6	55.5	1.9
木更津市	木更津請西(車)	17.0	18.0	1.0	29.0	30.3	1.3
木更津市	木更津牛袋(車)	11.1	11.6	0.4	26.1	26.7	0.6
松戸市	松戸上本郷(車)	25.6	27.4	1.8	50.8	53.1	2.3
野田市	国設野田自動車交通環境測定所	26.0	28.5	2.5	44.3	47.6	3.3
成田市	成田花崎(車)	17.6	18.7	1.2	29.6	31.1	1.5
佐倉市	佐倉山王(車)	7.9	8.5	0.6	26.6	27.4	0.7
習志野市	習志野秋津(車)	18.1	19.2	1.1	41.2	42.6	1.4
柏市	柏旭(車)	20.9	22.5	1.5	37.4	39.4	2.0
柏市	柏西原(車)	14.2	14.8	0.6	26.2	27.1	0.8
柏市	柏大津ヶ丘(車)	22.0	23.8	1.8	34.9	37.2	2.3
市原市	市原五井(車)	14.4	15.0	0.5	29.6	30.3	0.7
流山市	流山若葉台(車)	11.9	12.4	0.5	27.1	27.8	0.7
八千代市	八千代村上(車)	13.2	14.2	1.0	25.4	26.7	1.3
鎌ヶ谷市	鎌ヶ谷初富(車)	12.3	13.3	0.9	25.3	26.6	1.3
浦安市	浦安美浜(車)	19.6	21.0	1.4	37.2	39.1	1.9
袖ヶ浦市	袖ヶ浦福王台(車)	14.7	15.6	0.9	30.2	31.4	1.2
袖ヶ浦市	袖ヶ浦大曾根(車)	11.0	11.5	0.5	26.9	27.5	0.7

(注) 日平均値の年間 98%値の「■」は環境基準濃度(60ppb)超過を示す。「■」は千葉県環境目標値(40ppb)超過を示す。

8.2.2 メッシュ濃度分布の予測結果

オゾン濃度が上昇した場合の将来(平成 32 年度)の二酸化窒素の日平均値の年間 98%値の分布を図 8-4 に示す。参考に単純将来(平成 32 年度)の濃度分布を示している。

オゾン濃度が上昇することにより、日平均値の年間 98%値が増加し、浦安市、富津市で超過メッシュが 1 メッシュずつ増えることが予測された。

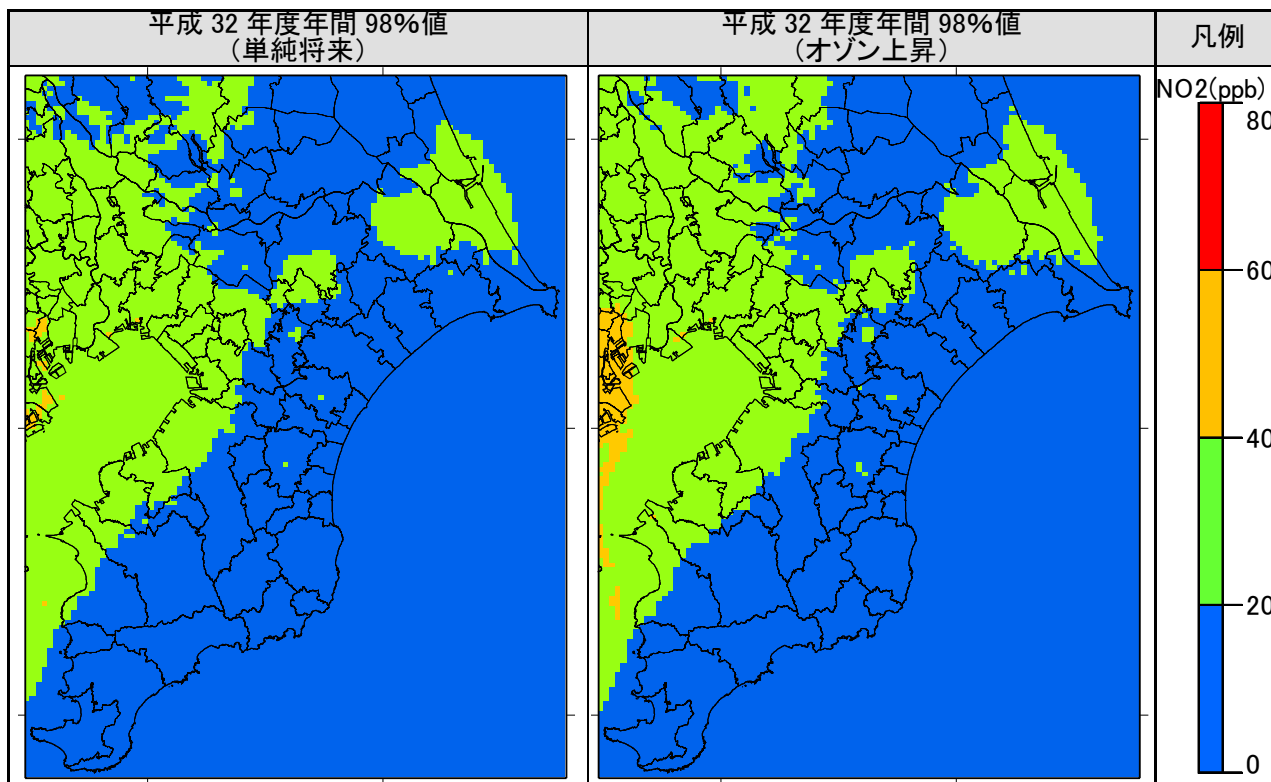


図 8-4 二酸化窒素濃度分布の比較(日平均値の年間 98%値、平成 32 年度)