

奈良県葛城市における
大気汚染による文化財影響調査報告書



(博西神社の大気汚染測定)

2013年3月

奈良大学文学部文化財学科保存科学研究室

奈良県葛城市における

大気汚染による文化財影響調査報告書

1 調査の契機

2004年當麻町と新庄町が合併して葛城市が発足した。廃棄物の焼却は両町合併後も當麻クリーンセンターと新庄クリーンセンターで行ってきたが、統合して処理を行うために新クリーンセンター建設を現當麻クリーンセンター所在地に計画した。新クリーンセンター予定地は北側の尾根を一つ隔てて當麻寺の東塔、西塔、梵鐘などの国宝、中之坊庭園は名勝の指定を受けているなど多くの貴重な文化財が所在するため、廃棄物焼却に伴う汚染大気の影響が懸念された。

奈良大学文学部文化財学科保存科学研究室（代表 西山要一）は葛城市の依頼を受けて、當麻クリーンセンターの操業中（2011年9月末まで）、同センターの操業停止・廃炉・新炉建設中、および新炉の操業始動後までの期間の大気汚染の文化財への影響、とりわけ、麻呂子山の尾根を隔てて北側に所在する當麻寺の国宝建造物などの文化財への影響について調査を行うことになった。

本書は、調査2年目の當麻クリーンセンター操業停止後の測定結果を報告するものである。

2 大気汚染測定地点の選定

大気汚染の測定地点は、當麻寺西塔（南側・位置図①）、當麻寺竹之坊（草地・②）、當麻クリーンセンター（敷地西詰・③）、葛城市當麻庁舎（北側④）、博西神社（本殿の北西・⑤）の5か所を設定した（図1 葛城市大気環境測定位置図、図2 葛城市大気環境測定シェルター設置状況）。

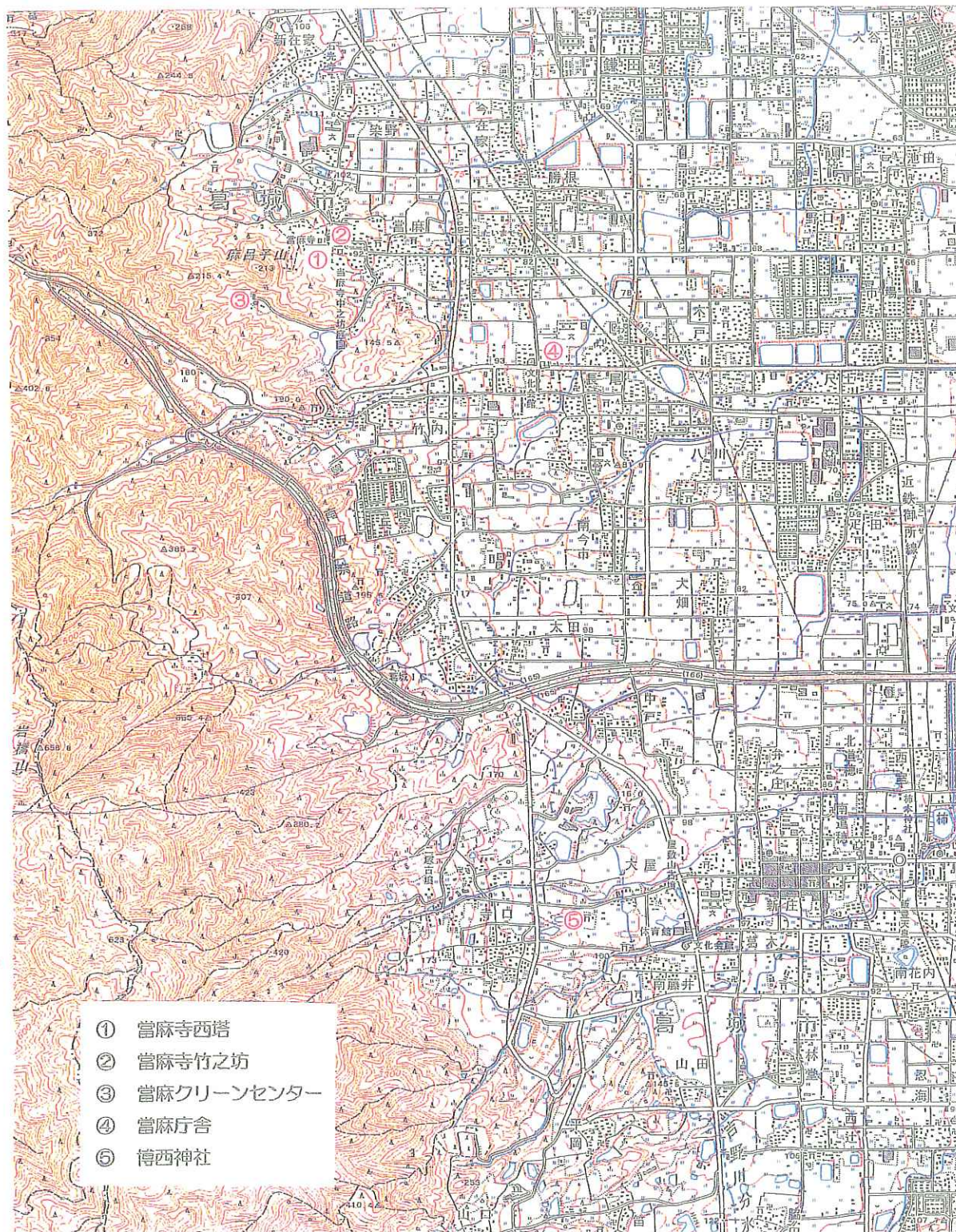
當麻クリーンセンターを大気汚染の発生源とみなし、當麻寺西塔、當麻寺竹之坊、葛城市當麻庁舎は、その影響の有無を確認するために設定し、博西神社は大気汚染の少ない清浄地とし、當麻寺地点等と比較するために設けた。

3 大気汚染測定方法

文化財所在地など多地点で継続的に大気汚染測定を行うために、簡易で経費の廉価なトリエタノールアミン円筒濾紙法（TEA-CF）を採用し、多種多様な大気汚染物質の中でも、文化財に大きなかつ急激な損傷を与える強い酸性物質である二酸化硫黄（SO₂）・二酸化窒素（NO₂）・塩化物イオン（Cl⁻）を測定した。

大気汚染観測ならびに分析は（1）～（4）の工程で行った。

(図1) 葛城市大気環境測定位置図



(図2) 葛城市大気環境測定シェルター設置状況

(2011年3月設置)



當麻寺西塔 ①



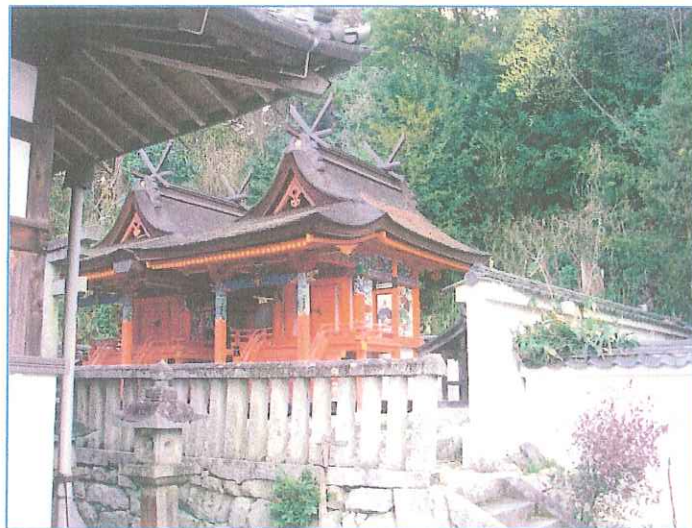
當麻寺竹之坊 ②



當麻クリーンセンター ③



當麻庁舎 ④



博西神社 ⑤

- (1) 表面積 100cm² の円筒形の濾紙にトリエタノールアミンを含浸し、測定地点に設置したステンレス製シェルター（高さ 180cm）に装置し、1 か月間大気曝露ののち回収する（トリエタノールアミン円筒濾紙法・TEA-CF）。
- (2) 回収した円筒濾紙から大気汚染物質を抽出し、分析試料とする。
- (3) 試料をイオンクロマトグラフィーで分析し、汚染物質の濃度を計測する。
- (4) 計測値を温度補正し 1 日当たりの濃度を算出する。二酸化硫黄(SO₂)と二酸化窒素(NO₂)は ppb/day、塩化物イオン(Cl⁻)は μg/100cm²/day がそれぞれ単位である。

4 大気汚染分析の結果

測定の結果を“図 3 葛城市大気環境測定データ月変化グラフ 2012 年度”および“表 1 葛城市大気環境測定結果 2012 年度年平均”に示した。當麻クリーンセンターは 2011 年 9 月で稼働を停止している。

各測定点の大気汚染濃度の平均値を比較すると、それぞれ地点の周囲の環境の特徴が反影されていることがわかる（表 1）。

二酸化硫黄濃度では、當麻庁舎が 3.13ppb/day とやや高く、當麻クリーンセンターは 2.94ppb/day、博西神社は 3.03 ppb/day とやや低いのは樹木林に囲まれた清浄な環境であることを反映している。當麻寺西塔は 3.10ppb/day、當麻寺竹之坊は 2.61ppb/day である。いずれの測定地点も年平均で 3.0ppb/day 前後で比較的低い値である。

二酸化窒素濃度では、測定地点によって差がみられ、當麻庁舎は 8.03ppb/day とやや高いのは自動車通行量が多いためであろう。博西神社は 6.19ppb/day、當麻クリーンセンターは 6.05ppb/day と比較的強く清浄環境にあることを示している。當麻寺の 2 地点は 6.56ppb/day 前後である。

塩化物イオンでは、市街地の當麻庁舎で 3.22 μg/100cm²/day とやや高く、當麻クリーンセンターは 1.42 μg/100cm²/day、博西神社は 2.34 μg/100cm²/day と低い。當麻寺の 2 地点は 2.6 μg/100cm²/day 前後である。

各測定点の大気汚染濃度の月変化（図 3 葛城市大気環境調査データ月変化グラフ 2011 年度）も合わせて見ると、二酸化硫黄濃度と二酸化窒素濃度は、冬季が高く夏季が低くなる一般的現象として見られる季節変動であること、當麻庁舎の二酸化窒素濃度が高いのは市街地にあつて自動車通行量の多い道路にも近いこと、一方、博西神社の二酸化窒素濃度が低いのは、自動車・道路などの発生源から離れているためである。當麻クリーンセンターは博西神社とともに清浄な環境にある。

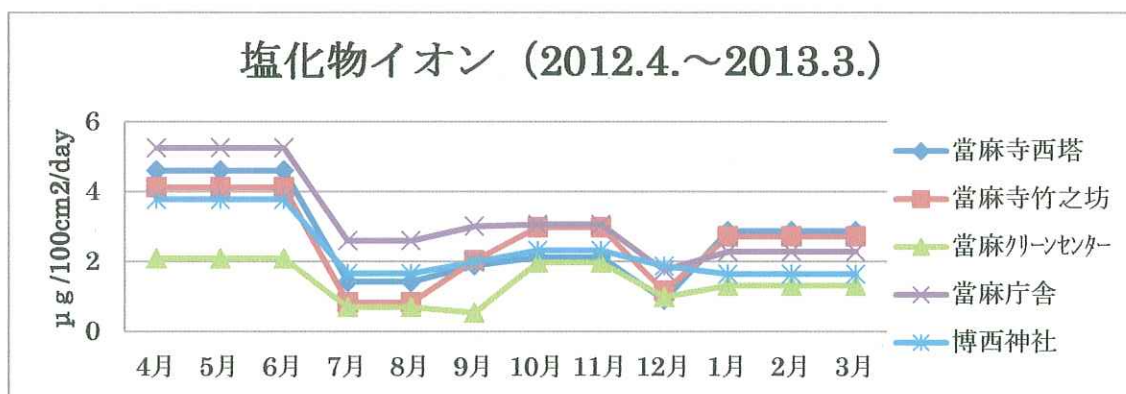
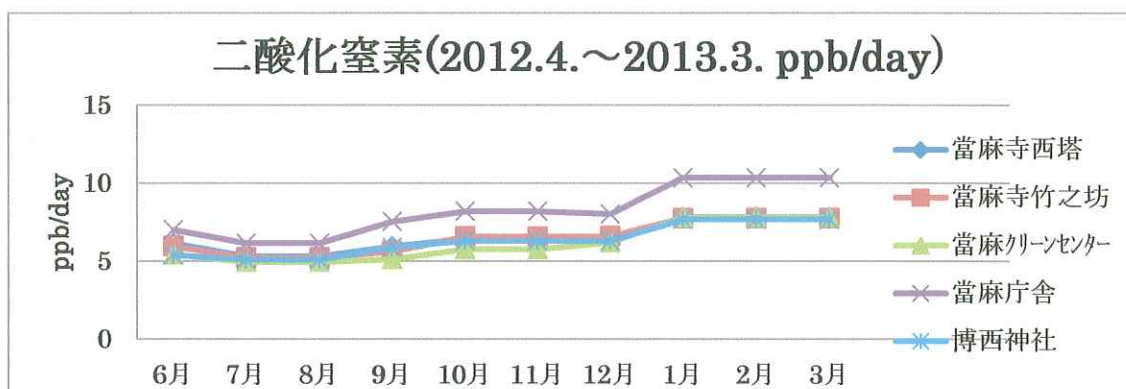
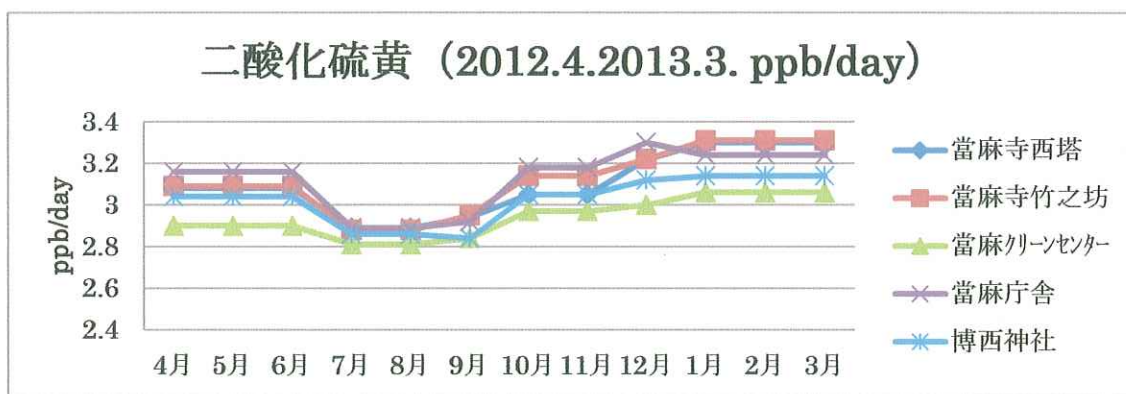
2011 年度の各地点における測定値と比較すると二酸化硫黄、二酸化窒素濃度に大きな変化はないが、塩化物イオンが増加傾向にある。原因は明かではない。

5 當麻クリーンセンターの焼却排気と當麻寺の文化財の環境

さて、當麻クリーンセンターは二酸化硫黄・二酸化窒素・塩化物イオンのいずれの測定値も、博西神社のそれと変わらず清浄な環境と言えよう。シェルターの設置位置が西側の森林の際であることも良い環境をもたらしている。すなわち、森林の大気浄化作用の働きである。

(図3) 葛城市大気環境調査データ月変化グラフ 2012年度

(2012年4月～2013年3月)



(表1) 葛城市大気汚染測定結果 2012 年度日平均値

測定地点	二酸化硫黄 (SO ₂) ppb/day	二酸化窒素(NO ₂) ppb/day	塩化物イオン(Cl ⁻) μg/100cm ² /day
① 當麻寺西塔	3.10	6.54	2.69
② 當麻寺竹之坊	2.61	6.42	2.61
③ 當麻クリーンセンター	2.94	6.05	1.42
④ 當麻庁舎	3.13	8.03	3.22
⑤ 博西神社	3.03	6.19	2.34

(2012年4月～2013年3月 トリエタノールアミン円筒濾紙法)

(参考) 葛城市大気汚染測定結果 2011 年度日平均値

測定地点	二酸化硫黄 (SO ₂) ppb/day	二酸化窒素(NO ₂) ppb/day	塩化物イオン(Cl ⁻) μg/100cm ² /day
① 當麻寺西塔	3.07	6.44	1.92
② 當麻寺竹之坊	3.10	6.36	1.63
③ 當麻クリーンセンター	2.95	6.32	1.08
④ 當麻庁舎	3.17	8.19	2.30
⑤ 博西神社	2.95	5.98	0.87

(表2) 奈良所在文化財等における大気測定結果 2010 年平均値

(2010年1月～12月 トリエタノールアミン円筒濾紙法)

観測地点	二酸化硫黄(SO ₂) ppb/day	二酸化窒素(NO ₂) ppb/day	塩化物イオン(Cl ⁻) μg/100cm ² /day
東大寺	3.00	7.94	2.67
興福寺	2.91	9.32	1.57
春日大社	2.90	6.83	1.67
元興寺	3.01	8.92	1.74
平城宮跡	3.17	10.00	4.21
唐招提寺	2.91	8.08	3.05
薬師寺	3.18	9.74	5.01
一条高校	3.01	12.30	3.02
円成寺	2.90	5.48	1.27

當麻寺の 2 地点間では、二酸化硫黄・二酸化窒素・塩化物イオンのいずれの濃度もほぼ同じであるが、博西神社や當麻クリーンセンターに比べるといずれの測定値もやや高い。特に塩化物イオンがやや高い濃度を示すのは、同じく當麻庁舎とともに、その原因が何処にあるのか明確にしたい。と同様に、西すなわち葛城山系の尾根を越えて當麻寺に飛来している可能性も考えられなくはない。

當麻寺西塔の基壇化粧石の損傷や塔頂部の金銅製相輪の錆を見ると、より広範囲の環境悪化の影響と考えるほうが合理的であろう。

當麻寺の測定値を奈良市の文化財所在地の測定値（表 2 奈良所在文化財等における大気測定結果 2010 年平均値）と比較する。當麻寺の二酸化硫黄濃度は東大寺や元興寺と同程度、二酸化窒素は森に囲まれた春日大社よりも低く、塩化物イオンは奈良市街地の元興寺や興福寺と同程度である。當麻寺の大気汚染濃度は奈良の文化財の環境の低い値の範疇にあるといえる。

6 あとがき

本調査は 2012 年度の 1 年間の環境測定の結果である。今後も調査を継続することにより、葛城市の文化財環境、就中、當麻寺の大気環境・保存環境を解明できるものと考えている。そして、奈良県下の文化財は隣接する大阪、さらにはより広い東アジア、そして地球全体を覆う大気汚染の影響を受けざるを得ないのが現状でもある。その事実、葛城市でも當麻寺の東塔・西塔の先端を飾る青銅製相輪の錆や基壇の化粧石の急激な劣化・損傷に見ることができる。その他奈良では東大寺金堂正面の金銅八角灯籠や興福寺南円堂の屋根頂部の金銅擬宝珠、大野寺磨崖仏、韓国や中国の石仏、イタリアやギリシャの石造建造物の損傷などを目の当たりにすると、今や地球上のすべての文化財が大気汚染によって日々損傷が進んでいることを認めざるを得ない。文化財保存のための適正な環境基準の国際的基準の策定が急がれる。

本調査・研究は奈良大学文学部教授・西山要一が総括し、奈良大学大学院文学研究科文化財史料学博士後期課程 1 年・大江克己、文学部文化財学科 4 年・井上富美子が分析を担当した。