

大気汚染物質の栃木県内における分布特性

The Distribution on Air Pollutions of SO_x and NO_x in Tochigi Region

桑川高德*・相原良孝*

石川智昭**・渡邊浩臣**

T.KUMEKAWA, Y.AIHARA, T.ISHIKAWA and H. WATANABE

1.はじめに

酸性雨降雨は、大気中の二酸化硫黄や二酸化窒素などの大気中のエアロゾルが降雨に取り込まれることにより、降雨が酸性化し、降雨となったものである。大気中における SO_x や NO_x の排出源は主に自動車や工場等で、大気中において、気相変化や液層変化する¹⁾。酸性雨が降雨となり、降雨化するパターンに大きく 2 つあり、1 つにはレインアウトで他にウオッシュアウトである。前者は主に雲中で雨滴が酸性化されるが後者は雲低下で酸性化される²⁾ ³⁾。

これまで、著者らは、栃木県内の降雨について、降雨量とその溶存イオンから、酸性雨の地理的特性を検討し、その特性を明らかにしてきた⁴⁾ ⁵⁾ ⁶⁾。また、降雨への取り込まれる過程、すなわち、降雨による除去過程について検討してきた⁷⁾ ⁸⁾。その結果、栃木県内では、県南地域で酸性度が低く、県北で高く、さらに夏季で低く冬季で高くなる傾向があることや、また、酸性化物質の起源を溶存イオンから推定し栃木県内では主に内陸にその起源が多いこと、さらに、雷雨性降雨ではレインアウトが強く、季節によって異なった地域特性があることが明らかとなった。

こうした原因として、大気中の大気汚染物質につ

いて、地形的な要因等により局地的な影響が出ている可能性が考えられる。

そこで、本研究では、大気中に含まれる SO_x や NO_x について、酸性雨降雨特性を考える場合について、大気汚染物質との関係を検討することをねらいとし、このような汚染物質の分布について、栃木県内について明らかにすることとする。

こうした汚染物質の移動が明らかとなれば、ローカルエリア内の降雨と汚染物質との関係が明らかとなり、大気中の汚染物質循環を解明できるものとなることが期待される。

2. 栃木県内の地形特性と観測地点一覧

栃木県の概況は南北に約 100km、東西に約 80km の地域で、北に日光連山、那須山地、東に八溝山地がつらなり、中央部を鬼怒川が流れている。したがって、東西方向には山谷山の地形であり、南から北向きには逆扇形によって狭まり、平野部では 60 m から 300 m と標高も高くなっている。

図 1 に土地利用の概況を示す。栃木県は、中央部の宇都宮や県内の小山・佐野・足利などに市街地が広がり、日光や今市、烏山では多くが森林として利用されている。また、県央部を流れる鬼怒川や那珂川、思川の付近では多くが水田とし利用

キーワード: 地球環境問題 水資源計画

* 正会員 工修 栃木県立宇都宮工業高等学校 宇都宮市京町9-25 Tel:028-633-0451

Fax : 028-637-4527 E-mail:kumekawat@nsutsunomiyath.ed.jp

** 学生員 (高校生) 栃木県立宇都宮工業高等学校 宇都宮市京町9-25 Tel:028-633-0451 Fax:028-637-4527

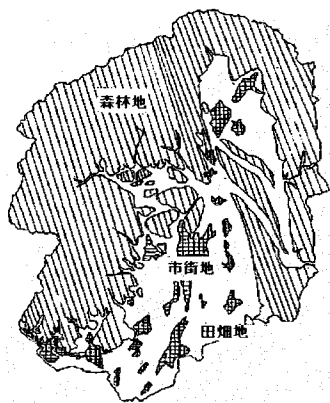


図1 栃木県内の土地利用図

されている。また、今市から宇都宮にかけては畑地、烏山から県東にかけても畑地として利用されている。

図2に観測点の一覧を示す。観測は、栃木県が常時観測している大気局のデータで、1時間ごとのデータを用いた⁹⁾。大気観測局での観測項目は、二酸化硫黄、窒素酸化物、オキシダント、一酸化炭素、浮遊粒子物質、非メタン炭化水素、風速、風向、気温、日射量等である。(計測方法は、文献10)を参照のこと)

3. 大気汚染物質分布

図3に二酸化硫黄の地域別時系列変化を示す。観測地点の代表として、宇都宮市、足利市、小山市、今市市、黒磯市、烏山市を例示してある。濃度は、1観測時間濃度データのうち5時から20時までのデータを単純平均したものである。この図から、足利と小山の県南地域が1997年の年平均濃度が0.008ppmから0.002ppm程度に急激に減少し、1999年、2000年は横ばいとなっている。これに対し、宇都宮、今市、黒磯、烏山はほぼ横ばいとなっている。足利、小山が減少した理由として、この地域は、県外の移流の影響が大きい地域^{5) 6)}で、県外の地域での生産活動が鈍ったためかと思われるがはっきりとしない。

次に、図4、5に宇都宮市と足利市の月別の濃度変化を示す。宇都宮市では、月毎に変化し、冬季に

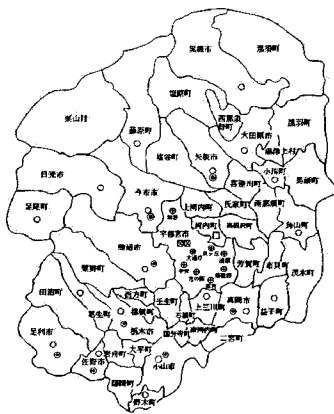


図2 観測地点一覧

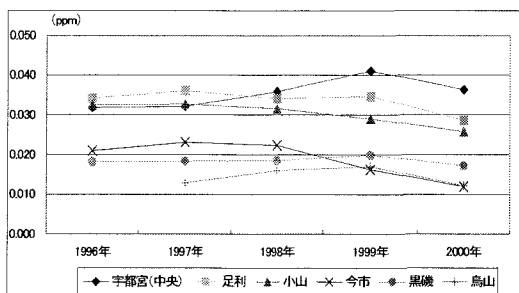


図3 二酸化硫黄の地域別経年変化

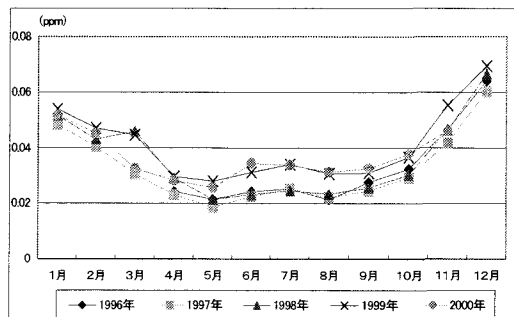


図4 宇都宮市のSO₂の月別濃度変化

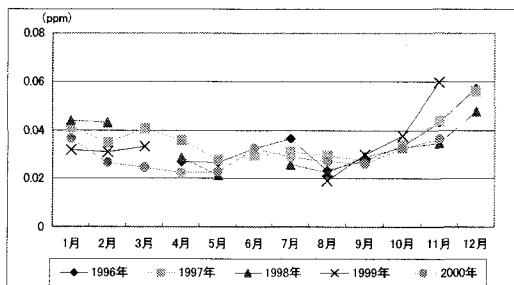


図5 足利市のSO₂の月別濃度変化

濃度が高く、0.01ppm 程度が夏季に 0.006ppm 程度に低下する傾向がみられるのに対し、足利市では、月毎にほぼ横ばいの傾向がみられる。そして、濃度はどの月も 1999 年、2000 年は 1997 年比べてほぼ 1/3 から 1/4 程度に低下している。県南の足利市と県央の宇都宮市では、降雨量に関しても宇都宮市のほうが多く、降雨中の硫酸イオン濃度も高い傾向が示されている⁵⁾ことから、大気濃度物質もこれと同じ傾向を示していることが推定される。したがって、降雨に取り込まれる大気汚染物質は、地域特性を反映していることが考えられる。

図 6 に窒素酸化物の経年変化を示す。この図から、濃度として、足利・小山・宇都宮市の高いグループと今市・黒磯・烏山の低いグループに二分されることがわかる。窒素酸化物の排出源も二酸化硫黄とほぼ同様と考えられるが、この地域区分が明確である原因として、排出源が異なるのかまたは他地域からの移流について検討する必要があると思われる。

図 7、8 に宇都宮市と足利市の月別濃度変化を示す。宇都宮市では、二酸化硫黄と同じように冬季に濃度が高く夏季に低い傾向が見られるが、足利市では 10 月から 12 月にかけて高くなる傾向がみられるものの、それ以外の月では、ほぼ横ばいとなっている。濃度も、図 5 の年平均をみると、5 年間平均ではほぼ同じであるが、月別濃度では異なった挙動となり、宇都宮市の方がばらつきが大きいことがわかる。夏季では、足利市の濃度と宇都宮市の濃度はほぼ同じで、この時期の風向きが太平洋から気団の影響を受ける時期であることから、濃度としても同じ傾向を示していると思われる。一方、冬季では、シベリアの気団の影響を受けることから、日本海側からの影響を受けることが考えられるので、宇都宮市と足利市とは異なった傾向となっていることが推定される。

図 9、10、12 に光化学オキシダントの結果を示す。図から、濃度は黒磯市が高く、宇都宮市が低い傾向があることが示される。月別でも、足利市、宇都宮市はほぼ同じような挙動で、夏季に高く、冬季に低い傾向であるが、黒磯市では、4、5、6、7 月と高いが、8 月以降は急激に濃度低下が見られる。黒磯市は県北のため、8 月ころから気温が低下しや

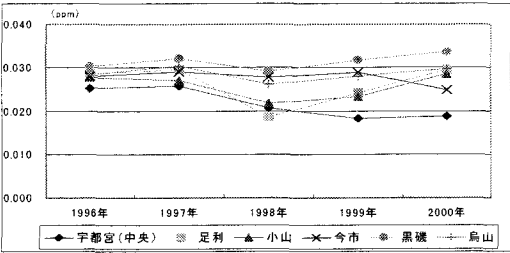


図 6 窒素酸化物の経年変化

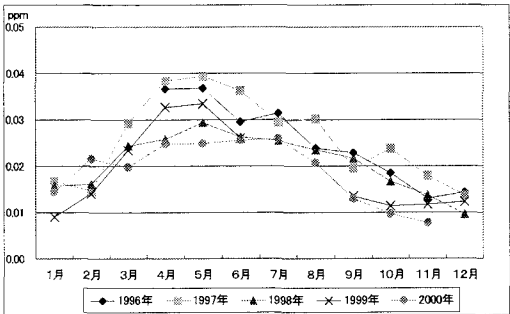


図 7 宇都宮市の NOx の月別濃度変化

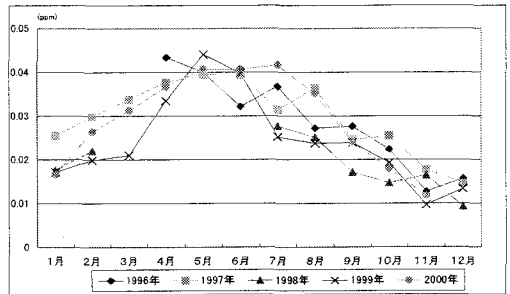


図 8 足利市の NOx の月別濃度変化

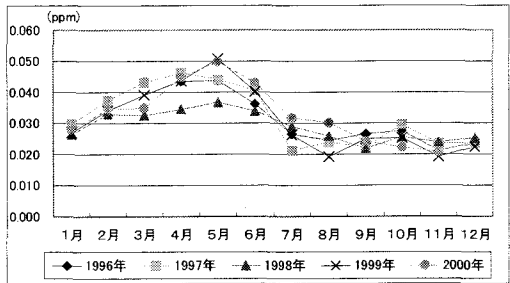


図 9 光化学オキシダントの経年変化

すく、また、宇都宮市ほどは市街地が少ないためにはないかと思われる。

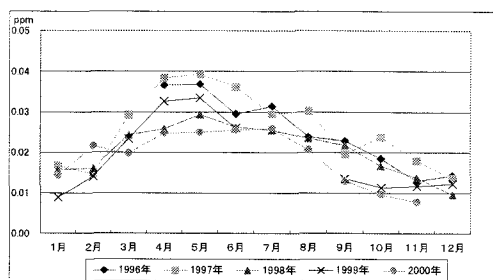


図 10 宇都宮市の Ox の月別濃度変化

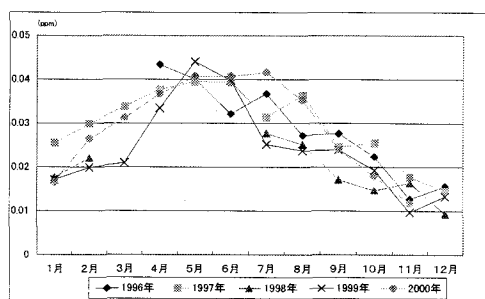


図 11 足利市の Ox の月別濃度変化

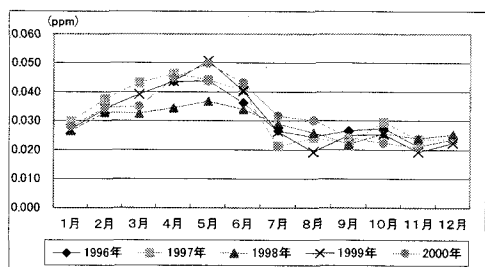


図 12 黒磯市の Ox の月別濃度変化

4. まとめ

大気汚染物質濃度は地上に降下すると乾性沈着として、降雨や水蒸気と反応し酸性化する。大気中で降雨に取り込まれると湿性沈着として森林等に影響を与える。この研究では、主に降雨に取り込まれる過程について検討するために、大気汚染物質の地域特性について栃木県内の分布を検討した。その結果、二酸化硫黄は、県南地域では、濃度が低下の傾向にあるが、県中央部では横ばいで濃度が高い傾向であり、県南地域の足利市と宇都宮市とでは、月別

濃度の推移も異なった傾向がある事が示された。また、窒素酸化物は二酸化硫黄とは経年変化で異なり、県央・県南地域とそれ以外の地域とでは異なった傾向を示した。宇都宮市と足利市とも月別濃度推移は二酸化硫黄と同じような傾向を示した。こうした原因として、気団の影響があることが推定される。また、光化学オキシダント濃度は、足利市・宇都宮市が同じような傾向を示したが、黒磯市で秋季に低下の傾向が明確で、こうした原因として、地理的な特性や宇都宮市ほど都市化していないことが考えられた。

今回は、紙面の関係で代表的な地点のみを例示したが、詳細にはさらに検討し、地域特性について因果関係を含めて検討する必要があると思われる。また、降雨との関係についても今後検討する必要があると思われる。

参考文献

- 1) 原 宏：酸性雨とは？：定義とその生成機構、天気 VOL.42 pp34-111,1995
- 2) 大喜多敏一：酸性降下物の発生源と酸性雨の発生メカニズム、新版酸性雨 第2章、博友社、1996
- 3) 大喜多敏一：酸性雨、気象研究ノート 182 号、1994.3
- 4) 糸川高德、長谷部正彦（1999）：樹木成長に及ぼす酸性化土壌イオンの影響、京都大学防災研究所、水資源セミナー講演集、pp27-37.
- 5) 糸川高德・長谷部正彦・栗山哲也：栃木県内における酸性降下物の分布特性、水工論文集、Vol44、pp1137-1142
- 6) T.KUMEKAWA et al : The relationship between rainfall intensity and the distribution of acid rain in a districted area, Proc.,of Inter.,Congress of Acid Snow and Rain, pp80-85, 1997.10
- 7) 糸川高德・石村貴広・藤野誠：酸性降下物の降雨による除去過程について、水文・水資源研究発表会要旨集、pp220-221、2000. 8
- 8) 福崎紀夫・大泉毅：湿性沈着の降水依存性からみた除去過程、環境科学会誌、pp425-430、1995
- 9) 栃木県大気汚染常時監視測定結果報告書、1995,96,97,98,99,12
- 10) 環境庁大気常時監視研究会 監修：環境大気常時監視マニュアル第4版、日本環境技術協会、1998