

## 流域における塵埃および土壌中物質の溶出特性に関する調査研究

愛媛大学大学院 学生会員 ○島田高伸  
愛媛大学工学部 正会員 西村文武

### 1.はじめに

近年、水質汚濁を引き起こす要因として、発生地点の特定が困難な面源からの汚濁流出が問題となっている<sup>1) 2)</sup>。面源のひとつである農耕地からの栄養塩類の流出は、閉鎖性水域における富栄養化を引き起こす原因のひとつとされている。また、市街地の路面に堆積する塵埃については、大気中の降下物や自動車交通などを由来とする重金属などの有害物質が含まれていることが知られており<sup>3)</sup>、周辺水環境への流出が懸念されている。しかしながら、ある流域における異なる汚濁発生源に対して定性的比較を行った研究は少なく、多くは単一の発生源での流出水や、流達過程における評価を行ったものである。

そこで本研究では、汚濁流出のバックグラウンドとしての塵埃や土壌に着目し、土壌含有物質の溶出特性を調査することで、異なる汚濁発生源に対する定性的な評価を試みることを目的とする。

### 2.調査対象及び分析方法

#### 2.1 調査対象

調査は愛媛県松山市における樹園地、水田、公園、道路を対象とした。松山市の土地利用形態としては、中心市街地を交通量の多い環状道路が囲んでおり、郊外の平野には水田が、さらにその外側の丘陵地麓には樹園地が広がっている。調査地点は、樹園地で9ヶ所、水田で8ヶ所、公園で8ヶ所、道路で21ヶ所、計46ヶ所選定した。調査地点を図-1に示す。公園土壌は表面流出を想定し、ごく表層の約1~2cm程度と、土壌中への汚濁物質の蓄積を想定し、深さ約5cm程度に分けて採取した。また、道路塵埃については、7ヶ所は自ら採取を行い、14ヶ所は道路清掃業者に依頼して採取した。サンプルの採取は、1月から3月にかけて5回に分けて行い、採取後はすみやかに分析に供した。

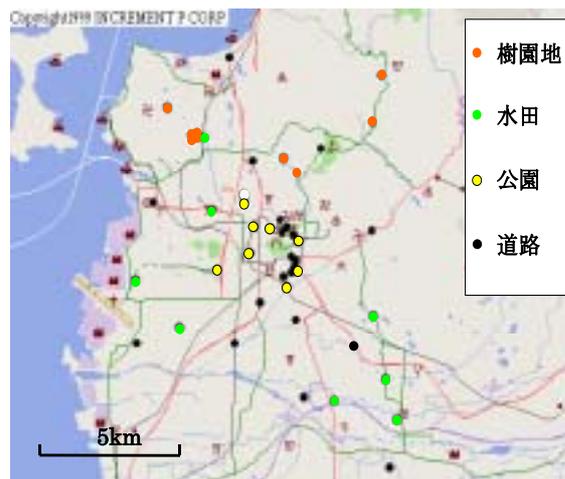


図-1 調査対象地点

#### 2.2 分析方法

溶出は、環境庁告示第46号土壌の汚染に係わる溶出試験に準拠して行った。採取した土壌を風乾し、中小礫、木片等を除き、土塊、団粒を粉砕した後、ステンレス製の2mmメッシュのふるいを通させて得た土壌を十分に混合し、これを試料とする。試料20gに対して脱イオン水200mlを加え、常温常圧で振とう機（振とう回数200rpm、振とう幅2cm）を用いて6時間振とうした。振とう後の試料液を10分以上静置した後、遠心分離（卓上小型遠心機2100（株）久保田商事製）、3000rpm、20分間し、上澄み液を孔径0.45μmのメンブランフィルターでろ過してろ液をとり、これを検液とした。

検液のpHをガラス電極法（セントラル科学 UC-23 DIGITAL PH/ORP METER、東亜電波工業株式会社 型式 HM-20P）にて、DOCを全有機炭素計（島津製作所 TOC-5000A）にて、溶存イオンをイオンクロマトグラフ法（島津製作所 LC-10A）にて、重金属類をICP発光分光分析装置（PERKIN ELMER Optima3000）にて測定した。また、土壌のpHについては土壌環境分析法に準拠し、pH(H<sub>2</sub>O)とpH(KCl)双方の測定も行った。

キーワード：流域環境保全、面源負荷、樹園地、道路塵埃、重金属

連絡先：〒790-8577 愛媛県松山市文京町3番 愛媛大学工学部環境建設工学科 西村文武 (Tel)089-927-9752

3.調査結果及び考察

塵埃・土壌カテゴリー別に、単位重量あたりの溶出元素量の平均値が多いものから順に並べたものを表-1に示す。これを見ると、土壌の種類によって、溶出される元素量の構成は同じではないことが分かる。特に差がみられるものとしては、NO<sub>3</sub>-N、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>、Pのような栄養塩類と、Al、Cr、Fe、Mn、Si、Zn、K<sup>+</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>で、平均値の比は最大で5倍以上あった。この理由として、NO<sub>3</sub>-N、P、は施肥に由来するものと考えられ、樹園地、水田で特に高かった。また、Al、Fe、Siは水田、公園深層土で高く、道路塵埃は低い傾向にあった。これらの3元素については互いに相関係数が高く、AlとFeで0.86、FeとSiで0.98、SiとAlで0.90であり、溶出濃度比は、塵埃・土壌カテゴリー間で大差はなく、概してAl:Si:Fe=2:3:9であった。

次に、塵埃・土壌カテゴリー別のpHの平均値を図-2に示す。pHは農耕地では低く、道路塵埃では高い傾向があった。重金属類は、低pHで可溶性となり、流出しやすくなる性質をもつものがあるが、道路塵埃はこのような物質が流出しにくい性質であると考えられる。検液のpHと相関係数が高かったものとしては、PとZnがあった。検液のpHとPの関係を図-3に、Znとの関係を図-4に示す。それぞれ相関係数は-0.65、-0.62で負の相関があった。

4.まとめ

- 1) 農耕地の土壌ではpHが低く、かつNO<sub>3</sub>-N、Pの溶出量が高くなっていった。このことから、農耕地土壌においては窒素酸化に伴う酸性化が起こり、結果として、NO<sub>3</sub>-N、Pが流出しやすい状態になっていると考えられる。
- 2) 道路塵埃のpHは高く、溶出する元素量は樹園地や水田の土壌と比較すると、ほとんどの元素において少ない傾向があった。pHが高いことは、含有重金属類の流出も抑制することになる。面源のひとつと考えられる道路であるが、流域での含有面積割合が高くない場合には、発生負荷量は樹園地や水田と比較すると小さく、水環境等に与えるインパクトは小さくなるものと考えられる。

参考文献

- 1) 津野洋, 西田薫: 環境衛生工学, 共立出版株式会社, pp.24 - 26, 1995.
- 2) 和田安彦: ノンポイント汚染源のモデル解析, 技報堂出版, pp.1-10, 1990.
- 3) 小野芳朗, 永留浩, 河原長美, 谷口守, 並木健二, 貫上佳則: 道路堆積塵埃上の物質と環境因子との相関性, 水環境学会誌, 第23巻, 第12号, pp.778-785, 2000.

表-1 土壌種別溶出元素濃度

溶出濃度 (mg/kg)	樹園地	水田	公園表層土	公園深層土	道路塵埃
10 <sup>3</sup> ~		Fe		Fe	
10 <sup>2</sup> ~10 <sup>3</sup>	Fe>DOC>Si>Al >SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> >NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Si>Al>DOC >SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Fe>DOC>Si>Ca <sup>2+</sup>	Si>Al>DOC	Fe>DOC>Ca <sup>2+</sup> >Si
10~10 <sup>2</sup>	Ca <sup>2+</sup> >Na <sup>+</sup> >Mg <sup>2+</sup> >K <sup>+</sup> >Cl <sup>-</sup> >P>Zn>Mn	Ca <sup>2+</sup> >K <sup>+</sup> >NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> >Cl <sup>-</sup> >Mg <sup>2+</sup> >Na <sup>+</sup> >Zn>P>Mn	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> >Al>Na <sup>+</sup> >K <sup>+</sup> >Mg <sup>2+</sup> >Cl <sup>-</sup> >Mn>NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> >NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Mn>Ca <sup>2+</sup> >Na <sup>+</sup> >SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> >NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> >Mg <sup>2+</sup> >Cl <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup> >Al>SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> >Mg <sup>2+</sup> >K <sup>+</sup> >Zn
1~10	Ba>Cu>Cr>B	Ba>Cr>Cu >B>NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> >Pb	P>Zn>Ba >Cu>Cr	Cr>K <sup>+</sup> >Zn>P >Ba>Cu	Mn>NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> >NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> >P>Cr >Ba>Cu
10 <sup>-1</sup> ~1	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> >Sr>Sb>Cd	Mo>Sr>Sb>As	B>As>Sr>Sb	B>Hg>NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> >Sb >Sr>As>Mo>Pb	B>Pb>Hg>Sr >Sb>Mo>As
~10 <sup>-1</sup>	As	Hg>Cd>Co	Mo>Co>Cd		Cd

※太字は平均値がカテゴリー間で最大のものを示す

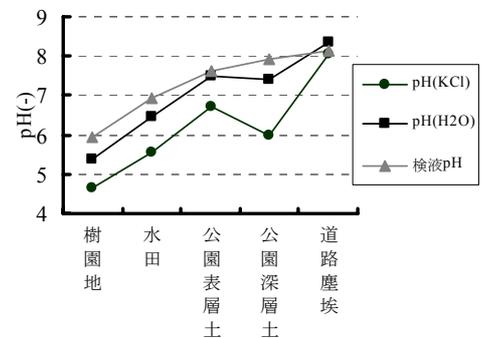


図-2 土壌種別pH

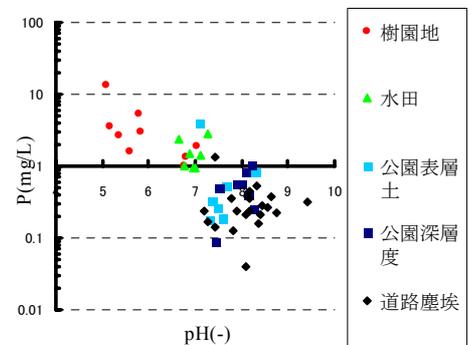


図-3 検液のpHとPの関係

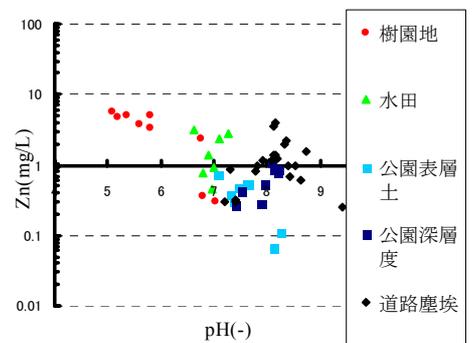


図-4 検液のpHとZnの関係