

住宅地域における堆積物質の特性およびリン溶出に関する研究

開発情報工学研究室 川井 優

1. はじめに

近年、地表面等に堆積し雨天時に流出する汚濁物質の公共用水域への流入負荷量は無視できなくなっている。そのためこれまでも都市域での汚濁負荷量の算定、流出解析は多く行われてきた。そして雨天時に流出される汚濁負荷のうち粒子態が多いことがわかってきている。しかしその粒子態はすぐには生物には利用されず、水質にどのように影響するかはあまりわかっていない。そのため懸濁物質から溶出し、湖沼内での植物プランクトン生産に寄与する生物利用可能性が汚濁負荷として重要視されてきている。

本研究では、下水道未整備の住宅地域を対象とし、公共用水域に影響を及ぼすと考えられている懸濁物質として、降雨によって流出される前の堆積物質に着目した。そのため降雨時に流出すると考えられる複数の堆積物質の採取を行い、その堆積物質の栄養塩含有量特性とその生物が利用する可能性のあるリン(BAP:Bioavailable P)の溶出特性を化学的分析手法により明らかにし、懸濁物質が公共用水域に影響をおよぼす可能性を検討していく。

2. 調査地域と測定方法

2.1 調査地域と対象試料

調査地域は鳥取市西北部に位置する湖山池流域内の一部の住宅地域で行った。この住宅地域では下水道整備された地域とそうでない地域があり、下水道未整備地域では晴天時中にも家庭からの生活雑排水等による流出水がある。その調査地域内で採取した堆積物質の試料は、降雨時に流出されると考えられる排水路の底泥、道路表面堆積物、河床付着性物質である。また土地環境の違いによるそれぞれの特性があると考え、その違いを交通量が多い所と、少ない所で分けて採取した。

2.2 実験方法

採取した堆積物質の試料は105℃で乾燥後、mesh size 2mmのふるいにかけてのものを用いた。強熱減量については乾燥試料を高熱にかけて、揮発させたものを有機物としてその含有量を検討した。また堆積物質中に含まれる生物が利用する可能性のあるリンの分析方法として、リン連続抽出方法を用いて検討した。その分析手順は蒸留水に堆積物質を投入し、6時間、1.0M NH_4Cl に4時間、0.1M NaOH に17時間、0.5M H_2SO_4 に24時間それぞれ振とう、連続抽出を行う。各抽出した試水はミリポア製のメンブレン・フィルター0.45 μm ろ紙でろ過し、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度を測定した。連続抽出により得られるそれぞれの画分のリンは $\text{H}_2\text{O-P}$ 、 $\text{NH}_4\text{Cl-P}$ 、 NaOH-P 、 HCl-P となり、このうちの $\text{H}_2\text{O-P}$ 、 $\text{NH}_4\text{Cl-P}$ 、 NaOH-P を足し合わせたものを生物利用可能性リン(BAP)として検討する。

3. 採取時の堆積物質の特性検討

3.1 堆積物質の種類による特性

試料1g中に含まれる強熱減量と試料1g中に含まれるBAPについて堆積物質の種類ごとで平均値を求めたものを図1に示す。図を見ると強熱減量、BAPともに付着性

物質が一番多く含む結果となり、公共用水域に影響をおよぼす可能性が高い。また排水路底泥と道路表面堆積物は強熱減量では両者にその含有量に差はあまり見られないが、BAP含有量については排水路底泥の方が多く含んでいる傾向が見られた。以上のことより対策として、複数種類存在する堆積物質のうちの付着性物質を優先的に降雨により流出される前に除去すれば、その対策効果は高いと考えられる。

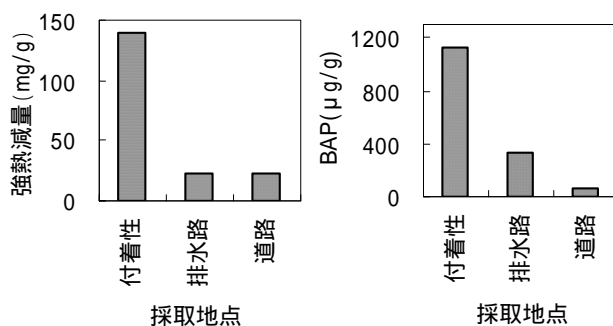


図1 堆積物質の種類ごとに見る強熱減量とBAP含有量

3.2 排水路の上流から下流におけるBAP含有量特性

次に排水路底泥で1本の水路において上流から下流におけるそれぞれの採取地点のBAP含有量を図2に示す。図より地点により含有量の違いがあり、上流から下流へと堆積物質中のBAPが高くなっていく傾向が見られた。このようになった要因として、以下のように考えられる。上流と中流では目視で堆積物質に違いがあり、そのようになるのは水路を流れる流出水の流速が、中流の方が遅いためであると考えられる。そのため堆積物質が多く堆積し、その粒度分布は調査していないが、粒径の小さなものが多いと推測される。堆積物質に粒径が小さいものが多いほど、その生物利用可能性リンは多く含まれることがわかっているため、堆積物質が多い中流の方がBAP含有量を多く含む結果となったと考えられる。次に下流においては、流量が多いため流速も速くなり、ほとんど堆積物質は堆積しない環境となっている。そのためそのBAP含有量は先ほど述べたことから中流と比べて少なくなると推測された。しかし図を見るとそのBAP含有量は高くなる結果となり、推測とは当てはまらない。その要因として採取した堆積物質がBAP含有量の高い付着性物質を多く含んでいたことが考えられた。採取時に付着性物質を多く含んだのは、下流では流量

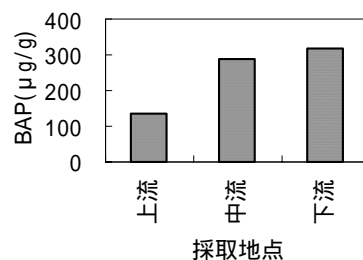


図2 排水路底泥の水路の地点別のBAP含有量

が多いために堆積物質の採取が難しいためであると考えられた。そのため下流のBAP含有量は高くなる結果になったと考えられる。以上のことより、排水路底泥の対策としては排水路を流出する懸濁物質をそのまま流出させるのではなく、懸濁物質が堆積しやすくなるような雨水柵を多く設置し、定期的にその雨水柵に蓄積する堆積物を除去することがよいと考えられた。

3.3 堆積物質の地域特性による違い

図3に排水路の下流部で採取した交通量が多い住宅地域と、交通量が少ない住宅地域の排水路底泥のBAP含有量の平均値を示す。図より、交通量が少ない住宅地域の方がBAPを多く含んでいる傾向が見られた。その要因として以下のようなことが考えられる。交通量が多い住宅地域では家庭住宅が少なく、生活雑排水による汚濁負荷濃度は交通量が少ない住宅地域と比べて低い。そのため堆積物質のBAP含有量は排水路を流れる水質に依存すると考えられる。よって対策としては家庭からの生活雑排水を処理するようにしてから流出するようにすればよいと考えられた。また交通量の多少の影響は、排水路の流出水濃度に依存しているため影響があるかどうかはわからなかった。

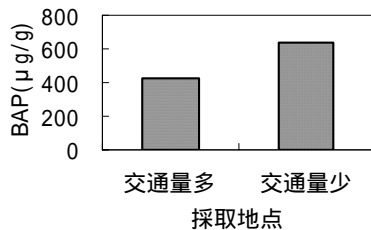


図3 排水路底泥の交通量の多少の違いによるBAP含有量

同様に図4に交通量の多い住宅地域と、交通量が少ない住宅地域の道路表面堆積物のBAP含有量の平均値を示す。図より道路表面堆積物の場合は、交通量の少ない住宅地域の方が交通量の多い住宅地域よりも含有量が多い傾向が見られる。このようになった要因は以下のように考えられる。交通量の多い地域で採取した地点は、降雨時には雨水の流水が多く流れるが、流出しきれずに堆積している状態となっている。そのため堆積物質に含まれるBAPは、降雨により多く溶出されていると考えられる。反対に交通量が少ない住宅地域の採取地点は、降雨時には降雨流水が少なく、また流出もほとんどない状態となっている。そのためBAPの溶出は交通量が多い住宅地域よりも少なく、その含有量は多くなると考えられる。よって道路表面堆積物のBAPは交通量の多少よりも、堆積環境に依存すると考えられた。交通量の多少による影響は堆積環境に依存するためそのBAP含有量の違いはわからなかった。そのため交通量の多少による影響を検討したい場合は、堆積環境が同じ地点で行わなければならない。そして降雨で流出される前に対

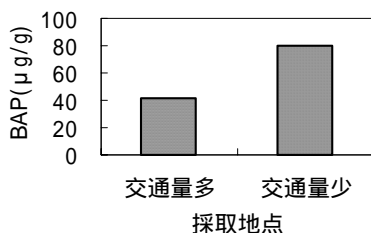


図4 道路表面堆積物の交通量の多少の違いによるBAP含有量

策として除去する場合には、そのBAP含有量の多い方を優先的に除去することがよいと考えられた。

4.雨天時の堆積物質からのリン溶出特性の検討

堆積物試料の雨天時流出を想定して3時間蒸留水に振とうさせてリン溶出させた。さらにその溶出させた後にリン連続抽出を行った。図5に堆積物質の蒸留水での振とう前と振とう後の易水溶性リン含有量の平均値を示す。ここで易水溶性リンとは連続抽出による H_2O-P 、 NH_4Cl-P を足しあわせたもので比較的水に溶出しやすい画分のリンである。図を見るとBAP含有量を多く含んでいる付着性物質は、振とう後でも易水溶性リンを多く含んでおり、公共用水域に流出してもすぐに溶出する可能性があることがわかる。また排水路底泥と道路表面堆積物は、その易水溶性リンは振とう前の堆積物質では付着性物質ほど多くは含まないが、それでも振とう後でまだ易水溶性リンを含んでいることがわかる。

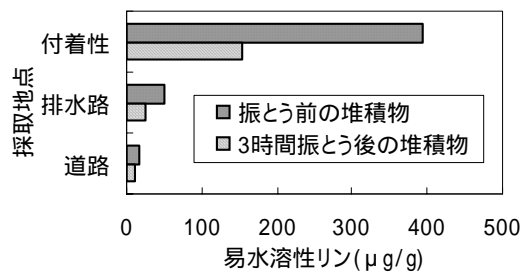


図5 堆積物質の蒸留水による振とう前と振とう後の易水溶性リン含有量

図6に堆積物質の蒸留水での振とう前と振とう後のNaOH-P含有量の平均値を示す。NaOH-Pは条件により溶出すると考えられており、図を見ると振とう後はBAP含有量を多く含んでいる付着性物質で少し溶出するだけで、排水路底泥と道路表面堆積物ではほとんど溶出しないことがわかる。そのためNaOH-Pは公共用水域に流出するまではすぐに溶出する可能性はそれほどないといえる。

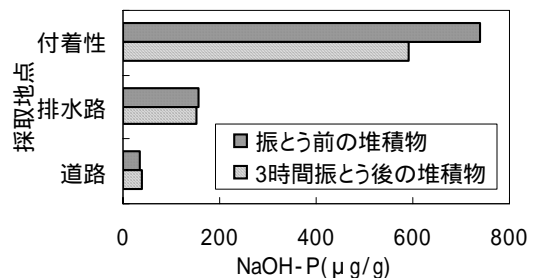


図6 堆積物質の蒸留水による振とう前と振とう後のNaOH-P含有量

6.まとめ

以上のことが下水道未整備の住宅地域における、堆積物質に含まれている栄養塩含有量特性と降雨時に流出した時の溶出特性であるといえる。付着性物質はBAPを多く含み、また公共用水域に流入後も多く溶出する可能性があることがわかった。さらに排水路底泥、道路表面堆積物でも付着性物質ほどBAP含有量は多くなかったが、降雨時に流出した場合、公共用水域に流入後に溶出される可能性があることがわかった。そのため公共用水域の水質改善には、降雨により流出されるまでに堆積物を定期的に除去することがよいと考えられた。