

## 分流式下水道の污水管からの汚水の漏出の可能性

|      |      |       |
|------|------|-------|
| 広島大学 | 学生会員 | ○舟木 誠 |
| 広島大学 | 正会員  | 尾崎則篤  |
| 広島大学 | 正会員  | 金田一智規 |
| 広島大学 | 正会員  | 大橋晶良  |

### 1. 背景と目的

無降雨時に東広島中心市街地に位置する雨水流出口の流出水から生活排水のトレーサー物質として用いられる<sup>1)</sup>多環ムスク類, トリクロサンが検出された。これは污水管から生活排水が漏出し雨水管に浸入しているためではないかと考えた。生活排水が未処理で水環境に放流された場合, 病原性微生物による水系感染症のリスクの増加を引き起こすため<sup>2)</sup>, 流下先の河川水の利用者の健康を害する可能性がある。そこで本研究では以下の2点の検討を行った: 1) 市街地を対象とし地域内の水たまりと雨水流出口中の多環ムスク類, トリクロサン濃度の比較, 2) 雨水流出水とその下流水域の公衆衛生学的指標(大腸菌[群]数)の比較である。1)により対象物質の負荷源が地表面以降, すなわち污水管であるかを検討し, 2)で公衆衛生学的指標の観点からその影響を検討した。

### 2. 方法

対象の領域は東広島市の中心部の雨水流出域とした(103 ha, 人口 8521 人 [人口密度: 82.7 人/ha]; Fig. 1)。本対象地域はほぼすべて分流式の污水管が整備されており, 下流水域に生活排水起源物質が見出された場合は污水管からの漏出が原因の可能性が高いと判断できる。雨水流出口 (Rd1) の流出水を8回採水し(降雨時3回, 無降雨時5回), また降雨時にその流域で水たまり (P1~8) の採水も行った。水たまりの採取はそれぞれの箇所で1回行った。また流出水の流下先である黒瀬川 (R1) でサンプル採取を3回行った(無降雨時)。本研究グループでは PPCPs の一群である多環ムスク類(OTNE, HHCB, AHTN)とトリクロサン(TCS)を生活排水のトレーサーみなしており, 採取したサンプルにおいてこれらの4物質の濃度を測定した。また流出水が流下先の水域の糞便汚染にどれほど寄与しているかを評価するため流出水と黒瀬川の採取サンプルにおいて大腸菌数, 大腸菌群数の測定を行った。菌の培養・計数方法は古川ら<sup>4)</sup>を参考に特定酵素基質培地法で行った。

### 3. 結果と考察

雨水流出口の流出水における多環ムスク類, トリクロサン濃度は Fig. 2 のようになった。すべての対象物質が継続的に検出された。生活排水が流出水とともに流れ出ていたとすると, 降雨時には希釈され濃度が低くなると考えたが, そのような傾向は見られなかった。このことから生活排水が流れていたとしても必ずしも希釈型で流出しているわけではないと考えられた。



Fig. 1 Watershed area and sampling points

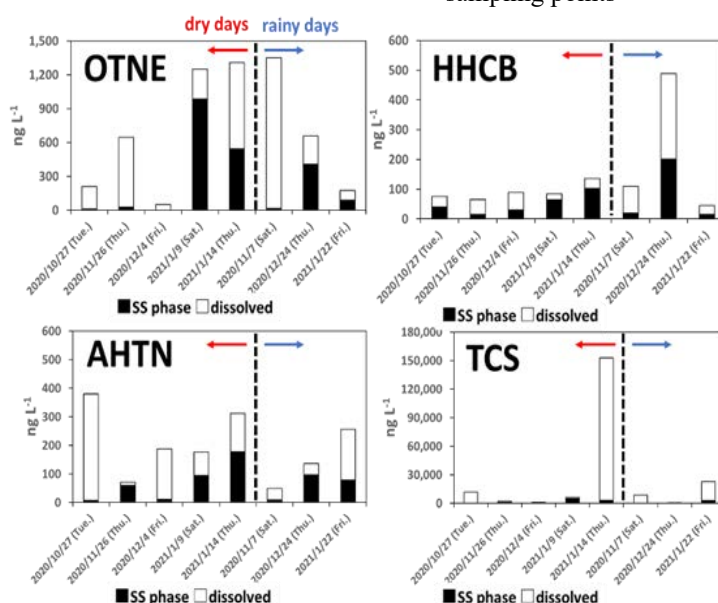


Fig. 2 Polycyclic Musks and Triclosan Concentrations in Runoff from rainwater drainage

Table. 1 Information on water sampling

| Date & Time                    | Weather | Water sampling point | Antecedent dry period<br>hours | Amount of precipitation of the last rainfall<br>mm |
|--------------------------------|---------|----------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------|
| Runoff from rainwater drainage |         |                      |                                |                                                    |
| 2020/10/27 (11:44)             | fine    | Rd1                  | 97                             | 67.0                                               |
| 2020/11/7 (15:50)              | rainy   | Rd1                  | 0                              | —                                                  |
| 2020/11/26 (13:03)             | cloudy  | Rd1                  | 88                             | 3.5                                                |
| 2020/12/4 (14:28)              | fine    | Rd1                  | 144                            | 1.5                                                |
| 2020/12/24 (14:58)             | rainy   | Rd1                  | 0                              | —                                                  |
| 2021/01/09 (14:50)             | fine    | Rd1                  | 241                            | 16.5                                               |
| 2021/01/14 (19:57)             | fine    | Rd1                  | 366                            | 16.5                                               |
| 2021/01/22 (14:26)             | rainy   | Rd1                  | 0                              | —                                                  |
| Puddle                         |         |                      |                                |                                                    |
| 2020/12/24 (13:53)             | rainy   | P1                   | —                              | —                                                  |
| 2020/12/24 (14:33)             | rainy   | P2                   | —                              | —                                                  |
| 2021/01/22 (12:38)             | rainy   | P3                   | —                              | —                                                  |
| 2021/01/22 (12:50)             | rainy   | P4                   | —                              | —                                                  |
| 2021/01/22 (13:02)             | rainy   | P5                   | —                              | —                                                  |
| 2021/01/22 (13:09)             | rainy   | P6                   | —                              | —                                                  |
| 2021/01/22 (13:26)             | rainy   | P7                   | —                              | —                                                  |
| 2021/01/22 (13:42)             | rainy   | P8                   | —                              | —                                                  |
| River water                    |         |                      |                                |                                                    |
| 2020/10/14(14:59)              | fine    | R1                   | 142                            | 5.5                                                |
| 2020/10/17(14:52)              | cloudy  | R1                   | 2                              | 12                                                 |
| 2020/10/27(12:03)              | fine    | R1                   | 97                             | 67                                                 |

流出水と水たまりサンプルの各物質の濃度を比較した(溶存態: Fig. 3, 懸濁態: Fig. 4)。それぞれの対象における濃度の違いの有無を統計的に検定した結果も示した(対数化した値に対して両側異分散の t 検定を実施; 有意水準は  $P = 5\%$ )。溶存態では OTNE は流出水の方が有意に高かったが HHCB, AHTN, TCS の 3 物質に統計的な差は見られなかった。懸濁態については SS あたり含有量で比較したが、こちらはすべての対象物質において流出水の方が含有量が多かった。そのため流出水から検出された懸濁態の対象物質は地上の雨水が主要な原因である可能性は低く、多くが地中以降を起源としていたと考えられた。しかし一方、本研究において生活排水のトレーサ物質とみなしていた多環ムスク類, トリクロサンが明らかに生活排水の影響を受けていないと考えられる水たまりサンプルからも相当程度検出しており、特に溶存態における AHTN 濃度は、水たまりから流出水と同程度検出された。一見生活排水と関わりのないように思われる水たまりでも相当程度の濃度で検出されたため、地中以降で生活排水以外の要因により濃度が増加している可能性も示唆される。例えば雨水管近辺の土壌や地下水に多環ムスク類, トリクロサンがもともと含まれており、それが雨水管に流出したものを検出していることも考えられる。したがって、本研究の段階では生活排水が雨水管内に浸入していると判断するには至らなかった。

雨水流出口の流出水と流下先の黒瀬川における大腸菌数、大腸菌群数を測定した結果、両者は同じオーダーで検出され、他の文献<sup>3)4)</sup>における河川水中の菌数と比較しても同程度の値であった。また、流出水と河川水ともに大腸菌群数の環境基準値(本地点は A 類型)を超過していた。このこ

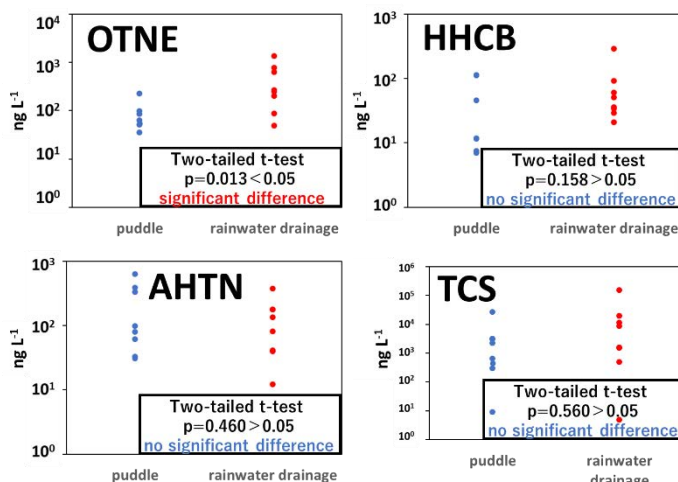


Fig. 3 Comparison of Polycyclic Musks and Triclosan Concentrations in dissolved Puddles and Runoff from rainwater drainage

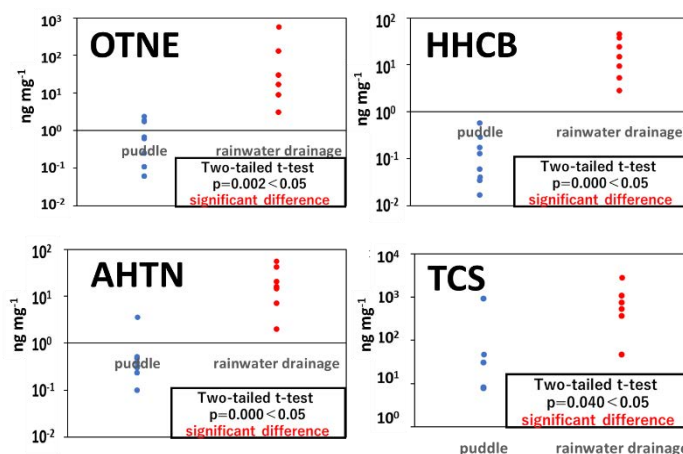


Fig. 4 Comparison of Polycyclic Musks and Triclosan content per SS phase in Puddles and Runoff from rainwater drainage

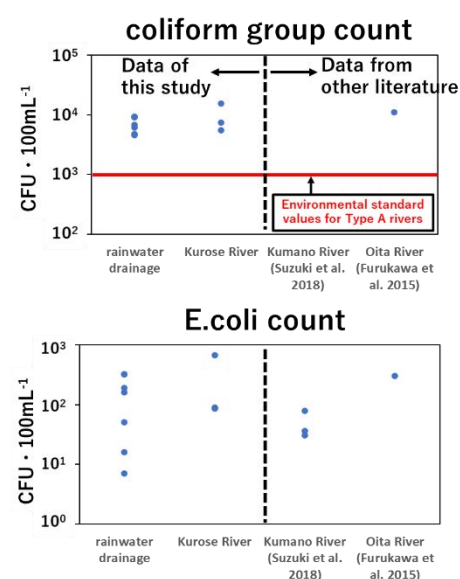


Fig. 5 Comparison of coliform and E. coli counts in Runoff from rainwater drainage and river water

とから流出水は衛生学的にはよいとはいえないため、改善のために負荷源の検討が望まれる。また、河川水は流出水よりも流量がかなり多いにもかかわらず流出水と同程度の濃度で検出されていることから、流出水以外の汚濁源の追及も必要であると考えられる。

#### 4. 今後の課題

本研究では水たまりと雨水流出口の流出水の多環ムスク類、トリクロサン濃度の比較を行ったが、対象流域内において生活排水の漏出の有無を判断するまでには至らなかった。ゆえに今後は流出水だけではなく、流域における汚水管内の生活排水や雨水管内の水を直接採取、分析することにより、生活排水の漏出があるかどうかを明確にする必要があると考えられる。また、大腸菌数、大腸菌群数の測定により黒瀬川が糞便汚染の影響を少なからず受けている可能性が示唆されたので、他の糞便汚染の汚濁源の追及も行う必要があると考えられる。

#### 参考文献

- 1) Kolpin *et al*, 2002. *Env. Sci. Technol.* 36, 1202-1211.
- 2) Passerat *et al*, 2011. *Wat. Res.* 45, 893-903.
- 3) 鈴木ら 2018. 水環境学会誌 41, 19-26.
- 4) 古川ら 2015. 水環境学会誌 38, 173-180.