

## 高速道路サービスエリアにおける環境負荷削減対策

首都大学東京 都市基盤環境学域 正会員 ○中川 直子  
 首都大学東京 都市基盤環境学域 正会員 河村 明  
 首都大学東京 都市基盤環境学域 正会員 天口 英雄

### 1. はじめに

高速道路におけるサービスエリア・パーキングエリアは、「駐車場」「トイレ」「電話」「園地(休憩スペース)」を基本施設として、またこれらに付帯する形で「飲食施設」「物販施設」等が整備されており、大多数の国民が使用することから、快適・清潔・安全であり、かつ環境に負荷を与えないことが要求されている。関東・新潟・東北・北海道における NEXCO 東日本の約 300 ヶ所のサービスエリア・パーキングエリアでは、近年多様な水回り改善が進められ、これらの施設の快適性は高い水準で維持されており、利用者の評価も高い。しかし、24 時間稼働していると同時に設備規模が大きいことから、水消費量、電力消費量およびこれらに伴うコストが膨大であることが問題となっている。そこで本研究では、トイレ使用の多い高速道路サービスエリア・パーキングエリアに着目し、NEXCO 東日本の M パーキングエリアをケーススタディとして、人尿を回収し肥料化が可能である尿分離型トイレや、水を消費しない男子用無水小便器などの環境低負荷型トイレを導入することにより環境負荷削減を行う場合について考察した。

表-1 M パーキングエリアの概況

| 施設タイプ  |                   | 中規模PA                    |
|--------|-------------------|--------------------------|
| 所属路線   |                   | 常盤自動車道                   |
| 排水処理方式 |                   | 浄化槽                      |
| 計画利用者数 | 万人/年              | 56                       |
|        | 男子                | 35                       |
|        | 女子                | 21                       |
| 水道     | 施設全体              | m <sup>3</sup> /年 16,138 |
|        | 施設全体料金            | 万円/年 372                 |
|        | トイレ水道使用量(手洗い含む)   | m <sup>3</sup> /年 7,063  |
|        | トイレ水道料金           | 万円/年 163                 |
|        | 施設全体のトイレ水量の割合     | % 43.8%                  |
| 電力     | 汚水流入量             | m <sup>3</sup> /年 16,548 |
|        | 施設全体              | kWh/年 233,681            |
|        | 施設全体料金            | 万円/年 352                 |
|        | 給水・浄化槽の電力使用量      | kWh/年 93,641             |
|        | 給水・浄化槽の電気料金       | 万円/年 141                 |
|        | 給水・浄化槽設備の全体に対する割合 | % 40.1%                  |

### 2. M パーキングエリアの概況

M パーキングエリアの概況を表-1、表-2 に示す。これらは M パーキングエリアの平成 19 年 1 月～12 月の年間データに基づいている。このパーキングエリアの排水処理方式は合併浄化槽処理である。既存トイレによるトイレ水道使用量(手洗い含む)は、施設全体の水量の約 4 割である。電力量については、給水・排水処理にかかる電力が施設全体の電力量の 4 割を占めている。表-2 は合併処理浄化槽への流入水質、及び水域への放流水質および汚濁負荷量の除去率の平均値を示している。除去率は BOD、COD、T-N、T-P ともに 90 % 以上に達している。また、既存トイレの 1 flush 当たりのトイレ洗浄水量は大用が 12 L/flush であり、男子小用が 6 L/flush である(表-3)。

表-2 浄化槽の年間平均流入出水質及び除去率

| mg/L | 流入水質  | 放流水質 | 除去率   |
|------|-------|------|-------|
| BOD  | 343   | 1.08 | 99.7% |
| COD  | 261   | 4.20 | 98.8% |
| T-N  | 107.9 | 4.25 | 96.1% |
| T-P  | 11.84 | 0.54 | 95.3% |

### 3. 導入を仮定した環境低負荷型トイレ

今回サービスエリア・パーキングエリアに導入を仮定した環境低負荷型トイレは男子用無水小便器、尿分離型

トイレ、洗浄水循環型トイレである。男子用無水小便器(図-1)は洗浄水が不要である男子用小便器である。節水型尿分離型トイレ(図-2)は便器の前方が小便用に、後方が大使用に分けられ尿尿を分離することができ、洗浄水量の少ないトイレである。また洗浄水循環型トイレ(図-3)は尿尿と洗浄水を分離しトイレ洗浄水は循環利用する、やはり使用水量の少ないトイレである。



図-1 男子用無水小便器の例



図-2 尿分離型トイレの例



図-3 洗浄水循環型トイレ

キーワード 環境低負荷型トイレ、環境負荷削減、高速道路サービスエリア、コスト削減、尿分離型トイレ、無水小便器  
 連絡先 〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 首都大学東京大学院都市環境科学研究科 E-mail: [nakanaok@tmu.ac.jp](mailto:nakanaok@tmu.ac.jp)

#### 4. 試算に用いたデータおよび試算方法

本研究では次のシナリオで環境負荷削減効果の試算を行った。シナリオ1：尿分離型トイレと無水小便器を併用，尿を回収，大小の洗浄水量削減。シナリオ2：洗浄水循環型トイレと無水小便器を併用，尿尿を回収，大小の洗浄水量削減。表-3に，現状とシナリオ1，2における1 flush 当たりのトイレ洗浄水量を示す。ここで，尿分離型トイレの大用は2 L/flush，小用が0.2 L/flushであり，洗浄水循環型トイレの使用水量は大用が0.6 L/flush，小用が0.2 L/flushと仮定した。環境負荷計算をする際に用いた汚濁負荷の原単位算定にあたっては，尿尿中の尿と尿の比率<sup>1)</sup>と一人一日あたりの尿尿と雑排水に含まれる汚濁負荷量<sup>2)</sup>より，一人一日あたりの尿と尿に含まれる汚濁負荷量を求め，一人一日あたり尿が1回，尿が5回と仮定して，表-4のように算定した。そして，サービスエリア・パーキングエリアの利用者全員が小用，その中で10人に1人が大用使用もすると仮定し，年間どの程度汚濁負荷量が削減されるかを計算した。

表-3 1 flush 当たりのトイレ洗浄水量

|         | 現状 |    | シナリオ1 |     | シナリオ2 |     |
|---------|----|----|-------|-----|-------|-----|
| L/flush | 男子 | 女子 | 男子    | 女子  | 男子    | 女子  |
| 大用      | 12 |    | 2     |     | 0.6   |     |
| 小用      | 6  | 12 | 0     | 0.2 | 0     | 0.2 |

表-4 汚濁負荷量原単位

| g/回 | 尿    | 尿   |
|-----|------|-----|
| BOD | 14.4 | 0.7 |
| COD | 8.0  | 0.4 |
| T-N | 0.8  | 1.6 |
| T-P | 0.3  | 0.1 |

#### 5. 試算結果および考察

シナリオ1，シナリオ2の試算結果を表-5に示す。表-5のシナリオ1,2共に水道使用量および水道料金が5割程度削減されることがわかる。シナリオ2の洗浄水循環型トイレを導入した方が水道使用量削減効果は大きい。しかし，電力量に関しては，洗浄水循環型トイレは洗浄水を循環させるためのエネルギーがかかるため，電力量削減効果はシナリオ1の尿分離型トイレを導入する場合の方が大きくなる。また，Mパーキングエリアから水域に排出される汚濁負荷排出量試算結果を図-4に示す。図-4より，窒素が8割以上，リンが7割程度削減となり，水域への環境負荷排出低減に大きな効果が期待できる。

#### 6. むすび

本研究では，トイレ使用の多い高速道路のサービスエリアのひとつであるMパーキングエリアにおいて，男子用無水小便器，尿分離型トイレ，および洗浄水循環型トイレ導入による環境負荷削減効果を定量的に試算した。その結果，これらの環境低負荷型トイレを導入することにより，水道使用量および料金が5割程度削減され，水道使用量削減に伴い電力使用量及び電気料金も2割程度削減されることがわかった。また，水域への汚濁負荷排出量に関しては，窒素が9割程度，リンが7割程度削減となり，水域への環境負荷排出削減に大きな効果を得られることが示唆された。

#### 謝辞

本研究は，東京都アジア高度研究「アジア都市圏における水問題解決のための適応策に関する研究」(代表：河村明)の一環です。また，本研究に対して，NEXCO 東日本より貴重なデータを提供して頂きました。ここに記して深謝申し上げます。

#### 参考文献

- 1) 日本下水道協会：下水道施設計画・設計指針と解説前篇，p.91, 1994.
- 2) 虫明功臣：分散型サニテーションと資源循環，技報堂出版，p.66, 2005.

表-5 環境負荷試算結果

|                |                 |                | シナリオ1  | シナリオ2   |
|----------------|-----------------|----------------|--------|---------|
| 水道             | 水道使用量<br>(m³/年) | 改善後            | 8,535  | 8,374   |
|                |                 | 削減量            | 8,013  | 8,258   |
|                | 水道料金<br>(万円/年)  | 改善後            | 187    | 182     |
|                |                 | 削減量            | 185    | 191     |
|                | 水量・料金削減率        |                | 49.7%  | 51.2%   |
| 汚水処理施設         | 尿尿除去量(m³/年)     |                | 102    | 110     |
|                | 汚水流入量<br>(m³/年) | 改善後            | 8,543  | 8,374   |
|                |                 | 削減量            | 8,005  | 8,174   |
|                | 汚水流入量削減率        |                | 48.4%  | 49.4%   |
|                | 電力量             | 電力量<br>(kWh/年) | 改善後    | 188,384 |
| 削減量            |                 |                | 45,297 | 36,073  |
| 電気料金<br>(万円/年) |                 | 改善後            | 182    | 178     |
|                |                 | 削減量            | 31     | 54      |
| 水回りの電力量・料金削減率  |                 | 48.4%          | 38.5%  |         |
| 施設全体の電力量・料金削減率 |                 | 19.4%          | 15.4%  |         |

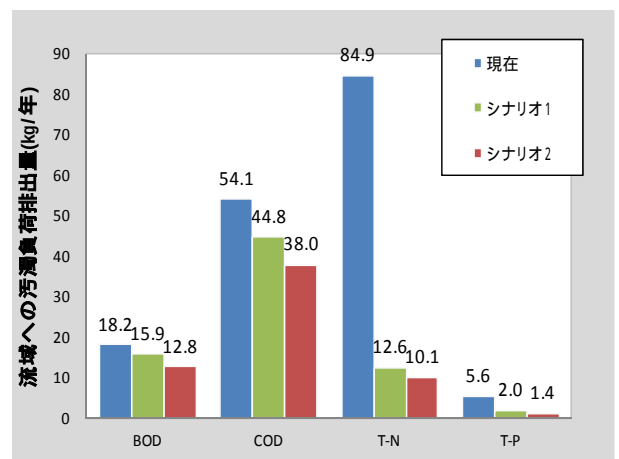


図-4 水域への汚濁負荷排出量試算結果