

農業集落排水施設流入水の日間変動特性に関する考察

Study on Characteristics of Daily Variations in Domestic Wastewater Flowrates of Rural Sewerage Facilities

中野拓治*, 李雨桐**, 阿部 真己***

Takuji NAKANO*, Yutong LI**, Masami ABE***

1. はじめに

農業集落排水施設は、2012年度までに5,243地区の農業集落排水施設が供用を開始しており、農業集落排水施設の円滑な維持管理の実施や円滑な改築に当たっては、供用施設や改築対象施設における流入水量の実態とその変動特性を適切に把握することが求められているが、流入水量負荷に係る体系的な調査研究はみられていないのが現状である。本研究では、稼働中の農業集落排水施設から得られた実測データ等を用いて、農業集落排水施設流入水の日間変動特性について考察したので、概要を報告する。

2. 研究方法

調査施設は、和歌山県上富田町 I 施設、沖縄県恩納村 Y 施設と宜野座村 S 施設の 3 施設であり、1 年間の時間流入水量と時間降水量データを用いて日間変動特性と影響要因の把握を試みた (Table 1)。また、比較検証のため、全国の 35 施設で観測された時間流入水量データと降水データ等も解析に用いた。

Table 1 調査施設の概要と調査期間

施設名	計画人口 (人)	管路延長 (m)	管路方式	調査期間
I	949	9,802		2007.1.1~12.31, 2014.1.1~12.31
Y	2,580	18,921	自然流下方式	2014.1.1~12.31
S	1,940	14,500		2014.1.1~12.31

3. 結果と考察

調査施設の年間日流入水量について、供用人口から一人当たり日水量を求めて、変動特性を検討したところ、一人当たり日水量は各施設とも幅広い範囲に分布しており、日水量分布を代表的な確率分布である正規確率と対数正規確率にあてはめた結果、一人当たり日流入水量は対数正規確率分布に近い頻度分布であることが確認された。これは日流入水量と日降水量の間には正の相関が存在しており、降雨による不明水の流入が日流入水量の年間変動に影響していることから、年間を通じて大きな流入水量が少ない頻度で発生することに起因して、一人当たり日流入水量が対数正規確率分布に近い変動特性を示すものと考えられる。また、一人当たり日流入水量は、一人当たり月別日水道使用量の間にも正の相関が存在しており、年間日流入水量の変動には一人当たり月別日水道使用量や降水量が影響・関与していることが示唆された。一方、日間流入水量変動としては、3 時~4 時台に最小値を示すとともに、6 時~7 時台にかけて水量の急増が認められ、8 時台に最大値に達している。流入水量は、9 時~10 時台にかけて急減した後、12 時~16 時台に時間平均水量の近傍値で推移しながら、夕刻から夜に流入水量は再びピーク値 (S 施設: 19 時台, I 施設・Y 施設: 21 時台) を示すことから、日間流入水量は 1 日 2 回のピークを生じている (Fig.1)。これは夜間に睡眠等により生活活動が停止するため、流入水量が 3 時又は 4 時台に最低値を記録するとともに、朝食に伴う炊事、洗濯、洗面・トイレ用水の家庭排水が午前中の流入水量のピークに関与する一方で、夕刻から夜における流入水量のピーク発生には夕食による台所用水や帰宅後の洗面・トイレ用水が影響を与えているものと考えられる。

*琉球大学農学部 Faculty of Agriculture University of The Ryukyus, **鹿児島大学大学院連合農学研究科 The United Graduate School of Agricultural Sciences Kagoshima University, ***いであ株式会社 IDEA Consultants. Inc.

キーワード: 農業集落排水, 流入水量, 日変動特性, 影響要因

そこで、時間流入水量の変動指標の一つであるピーク係数（設計諸元値：2.5）と管路延長の関係を検証したところ、両者の間には負の相関（-0.688）が存在しており、バラツキはみられるものの、ピーク係数は管路延長の増加に伴って低下している

（Fig.2）. 処理施設の計画規模に管路延長が対応することを踏まえると、管路延長の増加に伴って供用人口規模が大きくなり、各家庭排水地点から処理施設の間で流入水量の平準化が図られた結果、管路延長の増加に従ってピーク係数の低下が生じるものと考えられる。I施設では、2007年から2014年の7年間で111人の供用人口の増加（386人から497人で供用率11.7%の増加）に対応して、ピーク係数も2.22から2.01に低下しており、管路延長が同じ場合には供用率が増えることで処理規模が大きくなった結果、家庭から排水された生活排水の平準化が図られ、流入水量に係る日間変動が小さくなるものと推察される。さらに、ピーク係数には時間最大流入水量が関与しており、

時間最大流入水量と降水量には正の相関が存在することから、降雨に伴う不明水の流入は流入水量の日間変動に影響しているものと考えられる。排水地点から処理施設までの排水の流下速度が一定であると仮定すると、生活排水の処理施設への到達時間は管路延長に比例すると考えられることから、ピーク係数と管路延長について直線回帰式と指数回帰式を求めたところ、それぞれ(1)式と(2)式が得られた。

$$P = -0.044L + 2.52 \quad (1)$$

$$P = 2.53 e^{-0.021L} \quad (2)$$

ここで、 P ：ピーク係数、 L ：管路延長（km）

両式から得られたピーク係数は管路延長を0とした場合に最大値（直線回帰式：2.52、指数回帰式：2.53）を示すとともに、その値は設計諸元値である2.5に近似している。一人当たりの日平均流入水量の平均値である $230.7L \cdot \text{人}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ と指数回帰式(2)式から得られたピーク係数の最大値(2.53)を用いて求めると、 $583.7L \cdot \text{人}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ であり、計画時間最大流入水量（ $780L \cdot \text{人}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ）の75%に相当する値となっている。また、農業集落の生活活動開始時間を5時と仮定し、この時間と時間最大流入水量の発生時間差（5時からの時間差）を生活排水の到達時間として、管路延長との関係を検証したところ、両者の間には正の相関（0.592）が存在しており、バラツキはあるものの、時間最大流入水量の出現時間は管路延長の増加に伴って遅れることが確認された。また、S施設では、同程度の管路延長を有する処理施設に比較して早く時間最大流入水量が出現しており、S施設の管路勾配が他の調査施設に比べて急勾配であることを勘案すると、時間最大流入水量の出現時間を含め、流入水量の日間変動には管路延長や管路勾配などの管路施設の規模や地形条件が影響することが示唆された。

4. まとめ

農業集落排水施設における流入水の日間変動特性に関する考察結果が、今後、農業集落排水施設の適切な計画・設計や円滑な維持管理に資することが期待される。

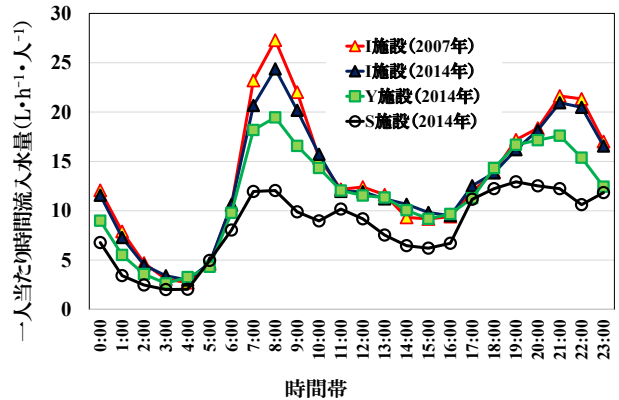


Fig.1 一人当たり時間流入水量の日間変動 (I, Y, 及びS施設)

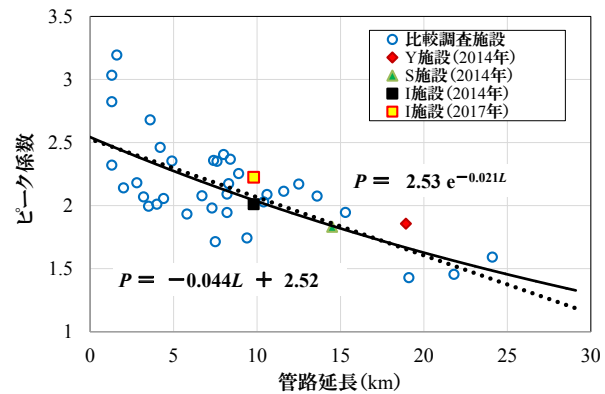


Fig.2 ピーク係数と管路延長の関係