

浄化槽および太陽光発電システム導入による環境効率の評価

東洋大学 学生会員 ○大井悠
東洋大学 正会員 村野昭人

1. 研究の背景・目的

綾瀬川は、国土交通省が公表する河川の水質状況ワースト5に毎年入っている。中でも埼玉県草加市・八潮市の地点は水質状況が悪く、原因の6割近くが生活排水の流入である。

平成19年の時点で八潮市の下水道普及率は約65%と低い、草加市は87.5%と高いため、これ以上普及するのは困難である。そこで、住宅一棟単位で導入することの出来る、住宅用浄化槽を導入することが最善と考えられる。

以上のことから本研究では、対象地域に浄化槽を導入した際の環境効率を評価する。さらに、浄化槽導入には多大なコストが発生するため、近年急速に注目を集めている太陽光発電システムを合わせて導入した際の環境効率の変化について分析する。

2. 浄化槽・太陽光発電システムの技術概要

本研究で対象とする技術について以下に示す。

(1) 浄化槽

浄化槽とは、水洗式便所と連結して、し尿や雑排水を処理し、終末処理下水道以外に放流するための設備である。

浄化槽には①嫌気ろ床接触ばっ気方式②担体流動方式③膜分離方式と大きく分けて3つの処理方式がある。本研究では、最も一般的な処理方式の嫌気ろ床接触ばっ気方式の除去率を使用して調査することにする。

(2) 太陽光発電システム

太陽光発電は、「太陽電池」と呼ばれる装置を用いて、太陽エネルギーを直接電気に変換する発電方式である。太陽電池に光が入射すると電子・正孔対が励起される。電子はn型領域に、ホールはp型領域に移動し、これらが電極に達すると電流として取り出せる構造である。

3. 浄化槽・太陽光発電システム導入による環境効率の算定

(1) 浄化槽、太陽光発電システムの導入によるコストの算出

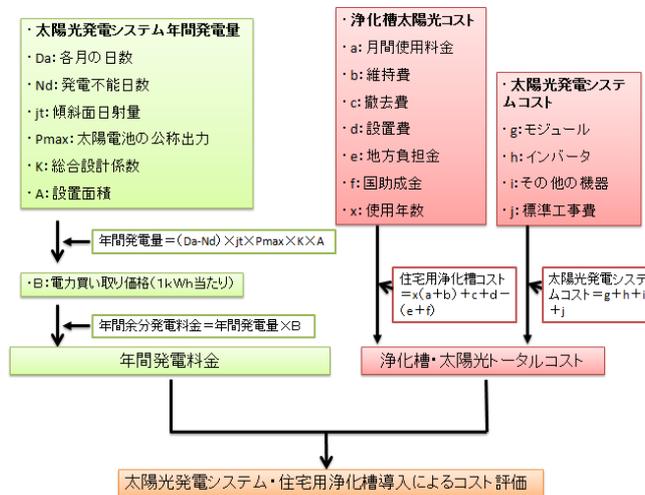


図1 浄化槽・太陽光発電のコスト算出フロー

表1 太陽光発電システム導入による発電量

地域	月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	結果 (kWh)
草加市	発電量	382.0	319.5	400.2	378.3	430.0	327.1	362.7	418.3	283.8	303.7	292.7	344.0	3534
八潮市														

浄化槽および太陽光発電システムの導入に必要なコストの算出フローを図1に示す。まず式1を用いて、太陽光発電システムの発電量を算出する。その結果を表1に示す。表1の結果に現在の電力買取価格の48円/kWhを乗じると、年間発電収入価格16万9643円が算出される。

年間発電量[kWh/年] = (Da - Nd) × jt × Pmax × K × A… (式1)

- Da-Nd : 各月の発電可能日数[日/月]
- jt : 各月の傾斜面日射量[日/月]
- Pmax : 太陽電池の公称出力[kw/m²]
- K : 総合設計係数
- A : 設置面積[m²]

次に浄化槽、太陽光発電システムの導入コストを式2を用いて算出した結果、K = -219万6357(円)となった。

K = Sy - [(Ja × x) + Jb + Jc + Sa]… (式2)

- K : 太陽光発電システム、浄化槽導入コスト(円/年)
- Sy : 太陽光発電システム年間発電収入コスト(kWh)

キーワード：環境効率、浄化槽、太陽光発電システム、投資費用回収期間

連絡先：東洋大学大学院 工学研究科 環境・デザイン専攻(埼玉県川越市鯨井 2100 TEL:049 - 239 - 1399)

- x : 設置年数 (年)
- Ja : 浄化槽使用料金 (円)
- Jb : 浄化槽設置費用 (円)
- Jc : 浄化槽撤去費用 (円)
- Sa : 太陽光発電システム設置費用 (円)

(2) BOD 濃度改善による効果

BOD 濃度の算出フローを図 2 に示す.

ここでは現状の BOD 濃度と, 下水道, 浄化槽が未導入の住宅 (以降, 提案と略す) に浄化槽を導入した際の BOD 濃度をそれぞれ求める.

現状の BOD 濃度を求めるために, ①下水道・浄化槽が未導入の住宅 BOD 負荷量, ②下水道が導入されている住宅の BOD 負荷量, ③浄化槽が導入されている住宅の BOD 負荷量の 3 つを求める.

①~③それぞれを式 3 から求める.

①, ②, ③ = N (①, ②, ③) × B × β … (式 3)

N : ①未導入, ②下水道, ③浄化槽 の人数 (人)

B : 1 日 1 人あたりの BOD 負荷量 (g/人・日)

β : 除去率 (② : 下水道, ③ : 浄化槽)

①~③の値を合計して総 BOD 負荷量を求め, 流量で除することで BOD 濃度を算出する. 提案の BOD 濃度は①の結果に浄化槽除去率を乗じ, 以降現状と同じ手順を行うことで算出する. その結果, 草加市では 0.326 mg/L から 0.0956 mg/L へと改善され, 八潮市では 0.305 mg/L から 0.0521 mg/L へと改善された.

次に, 水質改善に関する便益調査のアンケート結果を基に国土技術政策総合研究所が作成した式 4 を用いて, BOD 改善による効果を貨幣換算する.

(3,640 + 164 · X - 376 · Y) 円/世帯・年… (式 4)

X : 施策前 (現状) の BOD (mg/L)

Y : 施策後 (提案) の BOD (mg/L)

その結果, BOD 濃度改善による効果が, 草加市では 1 世帯当たり年間 3658 円, 八潮市では 1 世帯当たり年間 3670 円となった. 太陽光発電システムの導入による年間電力買取額に BOD 改善による便益を加えた値から, 浄化槽の維持管理コストを引いた値を年間余剰コストとする.

最後に, 浄化槽および太陽光発電システムの設置コストを, 年間余剰コストで除することで投資回収期間を算出する (図 3). その結果, 投資回収期間は草加市, 八潮市ともに 21 年 2 ヶ月となった.

投資回収期間に差が生じなかったのは, BOD 改善による便益が年間電力買取額に比べて小さかったことが原因として考えられる.

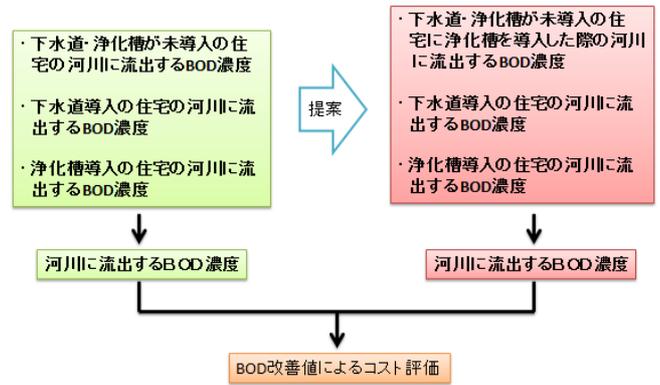


図 2 BOD 濃度の算出フロー

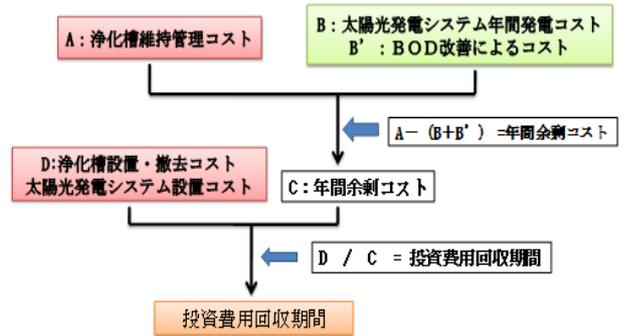


図 3 投資回収期間の算出フロー

4. まとめ

本研究では下水道及び住宅用浄化槽が導入されていない住宅へ浄化槽を導入した場合の BOD 濃度の変化を分析し, BOD 濃度の改善効果を貨幣換算した. さらに浄化槽と合わせて, 太陽光発電システムを導入する際に発生するコストを分析し, 投資回収期間を算出した.

その結果, 浄化槽および太陽光発電システムを導入する際の費用と比較して, 水質改善による効果は小さく, 約 20 年間使用しない限り, 投資額を回収できないことが分かった.

今後の課題として, 今回取り入れなかった地方の補助制度を分析に加えること, 分析対象を綾瀬川流域全体に拡大するとともに, 河川の水質浄化メカニズムを考慮することなどが挙げられる.

参考文献

- 1) 黒川浩助, 若松清司: 太陽光発電システム設計ガイドブック, オーム社, 1994
- 2) 太陽光発電協会HP <http://www.jpea.gr.jp/>
- 3) 浄化槽システム協会 HP http://www.jsa02.or.jp/01jyokaso/02_2_0910.html
- 4) 国土技術政策総合研究所 総合技術政策研究センター: 公共事業の総合コスト縮減効果評価・管理手法の開発, 国総研プロジェクト研究報告第18号, 2008