

「環境共生住宅での自然エネルギー利用システムの開発」

～太陽光利用、雨水・中水利用～

No. 2

1. はじめに

日本の住環境は、この 30 年で飛躍的に改善した。それに伴い、エネルギー消費も急増し、住宅から出る二酸化炭素 (CO₂) 排出量が年々増え続けている。

家庭で使う電気は 1kW 時あたり約 350g の二酸化炭素を排出している。また、飲料水を利用するためにかかるダム建設、浄化等に 1 m³あたり 590g の二酸化炭素を排出している。

自然エネルギーの太陽熱・雨水を利用した、家庭用の光ダクト、トイレ用の中水利用システムを開発する。

2. 太陽光利用

南北に部屋を持つ住宅では、昼間でも北側の部屋は暗く、明るいうちから照明をつけなければならない。天窓や吹き抜けを設ける方法も存在するが、間取りに左右されない 1 階天井裏を利用する、光ダクトの開発を行う。また光ダクトの欠点を解消するために、平行して光ファイバー方式の開発を行う。

A) 光ダクトの概要

既存の光ダクトは、ダクト面に直接太陽光を入れる方式①と、太陽追尾装置を備えて太陽光を入れる方式②がある。①はダクト面が太陽に正対している時間は太陽光を効率よく入れるが、11:00～13:00 以外の時間は効率が悪い。また、②は太陽追尾装置が高価な為、一般住宅では利用しにくい。

開発する光ダクトは①の光ダクトに朝・夕の太陽光を取り入れる方式を開発する。

そこで 200×200、φ2mm、焦点距離 100mm のフレネルレンズ (図 1) とステンレス製の反射板を装着し、効率よく光ダクトに太陽光を導く集光装置 (図 2) を考案した。

フレネルレンズを使用することによって、8:00～16:00 の太陽光を屈折させて、光ダクトに導くことが出来る。反射板の角度は実験によって 22.5 度とする。

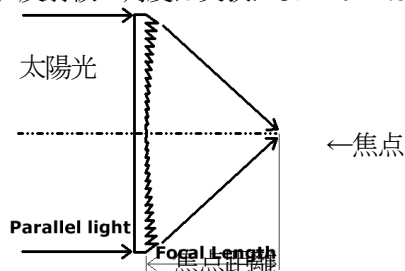


図 1 フレネルレンズ

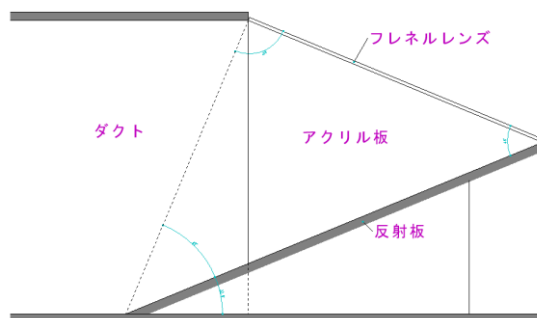


図 2 集光装置 (光ダクト方式)

反射板の長さはフレネルレンズの焦点に合わせて 280mm とする。フレネルレンズの角度は実験により反射板に対して 45 度とする。



写真 1 光ダクト (実寸大)

コストの算定

ダクト長さ 4,500 mm、幅 400mm、高さ 200mm の場合で約 35,000 円である。

B) 光ファイバー方式の概要

光ダクトの問題点の一つである、直接太陽光が入らない隣家などが接近している場合は、屋根に設置する光ファイバー方式を考案した。

- ・ 集光装置、太陽追尾装置

一般的な光ファイバー方式は太陽追尾装置を持っているが、太陽追尾装置が最もコストがかかっていると思われる。よって太陽追尾装置は使用せず、12 面体を半分に取り、ドーム状の物体 (写真 2) にフレネル

レンズを貼り付け、全時間集光できるようにした。各面に6本の径10mmの光ファイバーを取り付け、その先に照明器具を装着する。

・ 実寸モデルの作成

実寸モデルを作成し、実際にどれほどの光を運んでいるのか検討する。

今回はコストの関係上、一面のみ光ファイバー用ダウンライトに接続する。



写真2 集光装置 (実験模型)

・ コストの算定

4m×4mの部屋の場合を仮定した場合、床面より1mの高さで照度 300 lx を確保するには照明器具が16個必要になる。この場合のコストは約37万円である。

3、中水利用システム

前年度に引き続き、トイレ用の中水利用システムの開発を行う。

昨年度では、浴槽水の大腸菌が殺菌できず、トイレ用中水に利用する事が出来なかった。よって今年度は大腸菌を殺菌する方法を考える。

3-1 殺菌方法

殺菌方法で一般的なのが塩素を使った方法である。これはプールや浄化槽など広い分野で利用されているが、今回はオゾンを利用した殺菌方法を検討する。

3-2 大腸菌の実験

オゾンがどれくらいの殺菌効果があるのかを実験する。又、1時間毎に実験シートを使い、どれくらいの時間で殺菌されたのかを調べる。

昨年度は浴槽水より大腸菌が検出されたが、今年度は浴槽の水から思うように大腸菌が発見出来なかったため、川の水を使用した。

3-3 実験結果

以下の条件で実験を行った。

オゾン発生装置 EO-ミニ(オゾン発生量 10mg/h)

実験に使用した水の量 200cc

時間	シート1	シート2	シート3	平均
川の水のみ	63	76	67	68.7
1時間	11	7	5	7.7
2時間	0	0	0	0
3時間	0	0	0	0

この結果を見ると、2時間ですべての大腸菌が殺菌されていることがわかる。

3-4 オゾン発生装置

実験結果より、オゾン発生装置の必要な性能を求める。

殺菌に必要なオゾンの量

$$10\text{mg} \times 2\text{h} = 20\text{mg}$$

浴槽の水の量

$$200\text{l} = 200,000\text{cc}$$

よって必要なオゾンの量は 20,000mg となる。

浴槽の水を 24 時間以内に殺菌する場合

$$20,000/24 = 833.33\text{mg}$$

これが一時間あたりに必要な性能となる

よってオゾン発生装置 EO-4 を使用すれば十分な性能であると考えられる。

EO-4 性能

EO-4 オゾン発生量 1,000mg/h

オゾン濃度 500~900ppm

定価 42万円

4、まとめ

これまでの研究成果を元に、CO₂削減量、電気水道代をどれだけ減らせるかを計算すると、雨水・浴槽水を、トイレの洗浄水として利用できると、水道代として年間18,400円、CO₂排出量は30kgを削減できる。

また、自然光を利用する場合 10:00~16:00 まで照明を消した場合、1部屋あたり年間で370円、CO₂を9.2kg削減することが出来る。数字では微々たる物だが、太陽光の熱や紫外線による殺菌効果などの2次利用に期待出来ると思われる。

参考文献

- ・ 住まいの照明マニュアル
- ・ 日建設計 光ダクトシステム
- ・ 日本特殊工学樹脂ホームページ
http://www.ntkj.co.jp/product_fresnel.html
- ・ 東京電力ホームページ
<http://www.tepco.co.jp/>
- ・ 拡張アメダス気象データ