

「環境共生住宅での自然エネルギー利用システムの開発」

～可動式ルーバー庇の開発、雨水の利用方法～

1. はじめに

近年人間の活動による地球音参加など地球規模での環境破壊が進んでいる。この状況を打破するために国連環境開発会議で温室効果ガス(二酸化炭素、メタンガス)も削減目標を国ごとに定めた「京都議定書」が合意された。

日本は 1990 年を基準として 2012 年までに温室効果ガスを6%削減しなければならない。二酸化炭素排出量 1.237 億トンの内、家庭部内は 129 億トンを占めている。

*1

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。又、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ルーバー庇、トイレ用の中水のシステムを開発する。

2. 現状での課題

A 可動式ルーバー庇を開発

現在の省エネルギー対策は冷暖房を利用することを前提とした対策となっている。しかし、この考え方では、機器の維持コストや二酸化炭素排出による地球環境への悪影響、といった面で多大な負担を要する現状となっている。

そこで、夏は日射を防ぎ、冬は日射を採り入れることで快適な住居内環境を保つ事を目的とした、可動式ルーバー庇を開発する事にした。

B 中水利用システム

1 年間の雨水でトイレの処理水はまかなえなるが貯水タンクの容量が大きくなってしまふ。また季節変動が大きくなってくる。以上のことを踏まえて今回の課題は雨水と浴槽水と併合により変動を少なくすることとする。

3. 課題内容

A 可動式ルーバー庇を開発

昨年度までの進捗状況としては、様々な角度からの自然環境調査(環境ソフト AmeNET による)に基づき、手動可動式ルーバー庇の模型を製作するまでに至った。

今年度は、昨年度までの状態の模型をより実用的なものとする為に、まず手動式から電動式に改良することにした。ここで、改めて「環境共生住宅」というテーマに立ち返って考えてみたところ、可動式ルーバーの電源は地球環境にも優しいとされる、ソーラー電池を用いる事になった。そして、その開発に必要となってくるデータを収集する為に、資料収集や実験、改良型模型の設

計・製作・考察、そしてさらなる改良を重ねていく事になった。

① 各天気および日射角度毎のソーラーパネルの発電量の測定

パネルの最高発電量や最低発電量や発電に有効な日射角度等を把握する為に、各天気と日射角度毎のパネルの発電量を測定した。(※測定時刻は各測定日の南中時刻とした。)

そして、測定の結果より、発電の最大有効角度を割り出した。

ソーラーパネルと太陽の位置関係が図4に示す様な角度状態の時に、最も有効的な発電が可能であるという事がわかった。

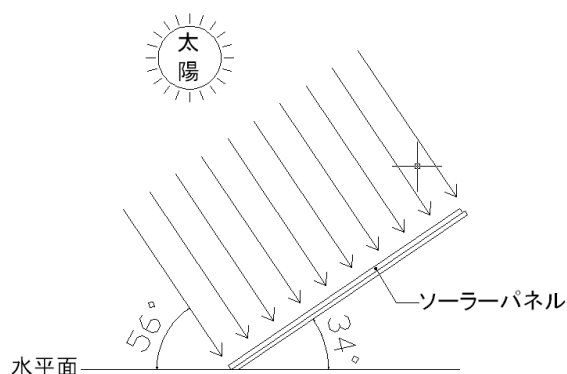


図1 予想される最大有効発電の角度

②可動式ルーバー庇模型の改良

昨年度までの手動式模型を、ソーラーパネル、小型モーター、ギヤボックス等を用いて、電動式に設計・改良した。これにより基本的なルーバーの構造や、歯車・ソーラーパネル等の知識を身に付けた。

a. 改良型ルーバー庇模型の概要

○主な使用材料

- ・アクリル板
- ・ギヤボックス「TAMIYA・6速ギヤボックス HE」ギヤ比 {1300. 9 : 1}
- ・モーター「TAMIYA・RE-260タイプ」
- ・ラック(プラスチック製)
- ・ソーラーパネル「TAMIYA・ソーラーバッテリー0.5v -1200mAhタイプ」 等

b. 模型の駆動結果

- ・ソーラーパネルを用いた場合、最低 0.2Vで発電し、駆動させる事ができた。
- ・乾電池を用いた場合、2Vで発電し、駆動させる事ができた。

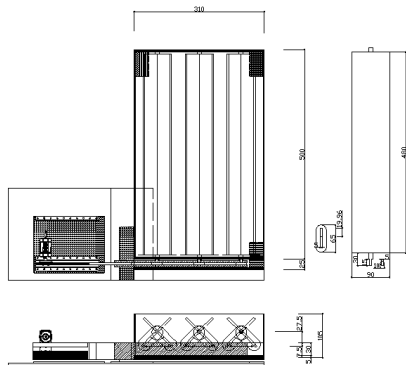


図2 電動式ルーバー模型図面

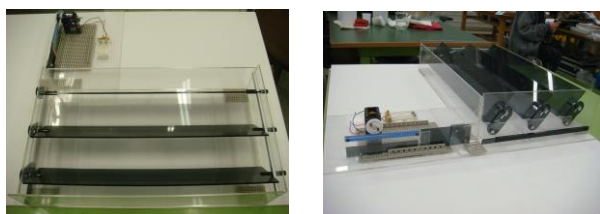


図3・4 電動式ルーバー模型写真

③今後の予定

実用的で精密な改良模型の製作

(アルミ製模型製作、バッテリー使用による回転数一定化の検討、ソーラーパネルをルーバーに貼り付けての発電量測定、使用太陽光追尾システムの検討等)

B 中水利用システム

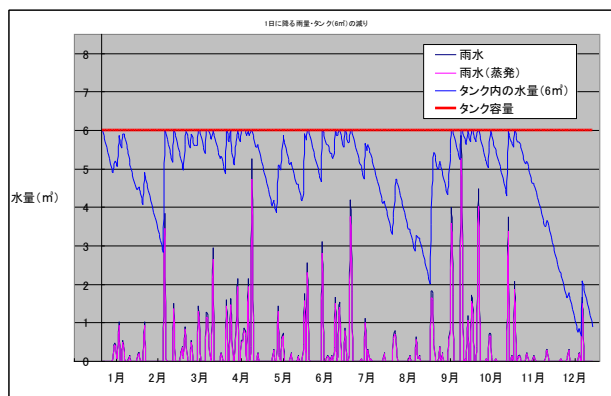
B-1 雨水の水質と処理方法

①中水の水質について

今回の実験における水質の基準として文部科学省の雨水を水洗便所に使用する雑用水の水質基準を参照した。

②雨水のみ使用した場合のタンク容量

タンク容量を決定するにはトイレの排水がどの程度の使われるかを把握しないと決定できないので、家族3人(父、母、子)でのトイレ使用量の算定を行い、1日あたりのトイレ使用量を元に、タンク内の水を使い切る事のないタンク容量を、グラフを作り検討する。



グラフ1 1日の雨量・タンク内水量の減り

グラフでは、タンク容量を6m³と仮定し、満水の状態から排水に使う水量を引いていき、また雨が降ったときには貯水するグラフになっている。

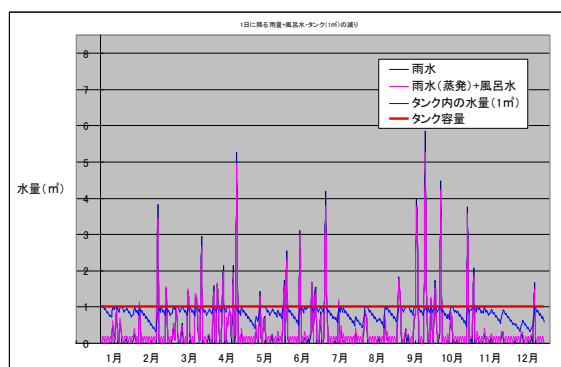
このグラフから、雨水利用による貯水タンクの容量を6m³とすることで、タンク内の水を使い切らない容量となる。

[浴槽水を加水した場合のタンク容量]

雨水のみを使用した場合のタンク容量は6m³となったが、実際のタンク容量6m³というのはサイズの大きいタンクになる。そこで、雨水の他に浴槽水を使用することで、タンクサイズの縮小を検討する。

③浴槽水を使用した場合

浴槽水の容量を200ℓとし、浴槽水を2日に1回交換すると仮定する。仮定した水量を、拡張アメダス気象データにより出力した[1日に降る雨量]に加え再度グラフを作り、グラフを基にタンク容量を1m³と仮定して、排水に使う水量を引いていくグラフを作成する。



グラフ2 1日の雨量・タンク内水量の減り

グラフより、浴槽水を考慮することで、タンク容量が1m³でもタンク内の水を使い切らない容量となる。これにより、浴槽水の採用で、タンクのサイズの縮小を図ることが出来た。

④雨水をろ過する

雨水をトイレなどの排水に利用するにあたり、雨水を直に使用せず、ろ過をして使用する。これは、雨水に含まれるゴミ・塵などを防ぐと共に、中水に使用する管の目詰まりとなるのを防ぎ、ゴミによって雨水の水の腐食を防

ぐ働きをする。

今回は、屋根に降った雨水を、軒樋を伝い縦樋に流れる時点で採取し、同時にろ過を行いながら貯水タンクに貯めるシステムを考案した。

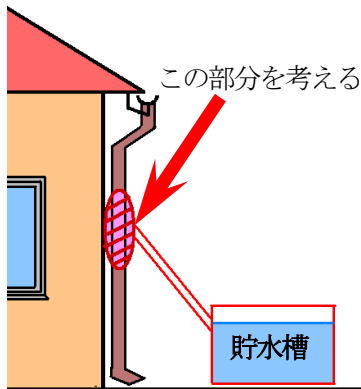


図5 雨水利用

した。ろ過装置の内容は、上から穴明きアクリル板、フィルター、砂層(8.5cm)、フィルター、穴明きアクリル板を敷いてあり、今回アクリル板の穴の径は1.5φとした。



図7 ろ過装置

試作品の製作・機能

雨水が縦樋を使い流れ落ちる事を利用し、試作品を製作した。機能として、図○より

- A...樋からくる雨水
- B...排水溝へ流れる
- C...フィルターを通して貯水槽へ
- D...ドレイン(沈殿槽)

となる。フィルターは2箇所を設置

- 1次フィルター...ステン網(細目)
- 2次フィルター...ステン網(細目)+綿

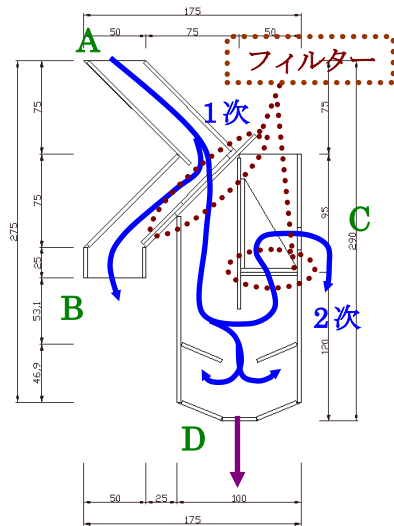


図6 試作品の機能

B-2 浴槽水の水質と処理方法

①ろ過方法について

②ろ過装置について

今回使用したろ過装置(図7参照)は、観賞魚用の「ろ過砂利」と「サンゴ砂(中砂、粗砂)」と「フィルター」を利用

表1 浴槽水の水質調査(入浴剤使用の場合)

	ろ過前	ろ過後
濁度	3	1
色度	6以上	6以上
臭気	入浴剤の香り	なし
味	—	—
残留塩素	0	0
PH値	7.5	7.86
大腸菌	約40個	0個

上記の実験結果からろ過前とろ過後での実験結果から濁度の低下、大腸菌の減少がわかり中水として使用できる。

③処理能力

処理能力の測定においてはろ過装置と同様の装置を作成しおこなった。

今回の処理能力方法はろ過装置に穴を開け、1000mlの水が通過する時間を計測し、その実験を5回行い平均値を出し以下の計算式から算出した。(今回の計算式で用いた平均値と穴の数は平均値 35.5、穴の数 18個とする。)

$$0.75 \times 0.75 \times 3.14 = 1.767 \text{ mm}^2$$

$$1.767 \times 18 = 31.806 \text{ mm}^2$$

$$35.5 : 1 = 60 : X$$

$$X = 1.700$$

この場合1分間に1.7リットルの処理能力があると考えられるので

浴槽水の容量を200リットルとするとこの場合の処理能力は

$$1.700:1=200:X$$

$X=117.647$ となる。

計算式の結果200リットルの浴槽水を処理するのにかかる時間は約2時間となる。

④今後課題

- ・ろ過スピードの検討
- ・浴槽水の排水スピードの調査
- ・上記をふまえたろ過装置の開発

参考文献

- ・*1 環境庁 中央環境審議会資料
- ・環境と共生する建築・建築環境工学
- ・初めての建築環境工学・わたしたちができるエコ