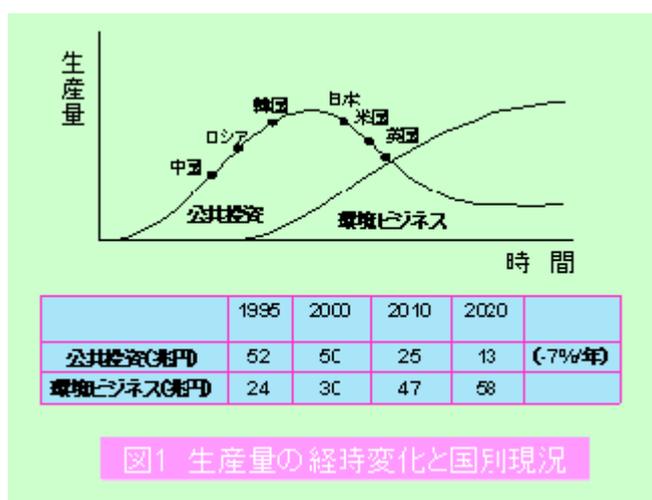


水田義明

崇城大学工学部 教授、NPO 法人地中熱利用促進協会 顧問

1. はじめに

鉱物資源や化石エネルギー資源は、消費速度に比べると再生速度はゼロであるのに対して、食糧資源は再生速度と消費速度とが同じである。ただし、再生速度を加速するために、鉱物やエネルギー資源の投入量が毎年増加している。たとえば世界における人口増加率は、1940年以前は0.54%/年であったが、1940年以降は1.90%/年と急上昇している。これは、その頃から人間が石油をふんだんに使うようになったからであり、栄養摂取量の増加とともに人間の寿命も伸びた。さらにいえば、生産に費やされるエネルギー量が横ばいになっているのに対して、民生や運輸に費やされるエネルギーが増大して、人間の生活が贅沢になった。一方、先進国における公共投資は1995年からの15年間に半減するのに対して、環境ビジネスは倍増する見通しである(図1参照)。



このような状況の中で、今後は環境に配慮した社会基盤設計の必要性がさらにエスカレートすると思われるが、日本はそれに向けて頑張っており、環境持続性指数も高く、人口密度の高い国としてはトップランクに位置している。また、大学における3R技術開発研究も数多く行われていて、旧土木系の研究者がその中心的役割を果たしている。

そこで、現在行われている身近なエコデザインを紹介するとともに、講演者の自宅のエコデザイン:地下の恒温性を利用した地中熱利用について述べる。

2.地球史を動かす原動力としての地中内部の熱エネルギー

地球は、後年ケルビン卿として名高いウィリアム・トムソンが想定したように、その誕生以来ただ冷却してきただけではなくて、むしろ核壊変エネルギーのために、ある時期からは次第に温度が上昇してきた。ただし放射性元素の消耗とともに、地中内部の発熱量も衰え、ついには、月がすでにそうであるように、完全に冷却する。

3. 地熱開発と地中熱利用

アクティブな地熱抽出は放射性元素の核壊変エネルギーを利用するものであり、地熱発電においても、地中熱利用においても同じである。しかし、地中熱利用にはパッシブなものもある。それが地下の恒温性を利用する地中熱利用であり、太陽熱エネルギー（水素原子の核融合反応によって生まれる）と温度調節帯としての（地表近くの）地盤の機能を利用するものである。

地表の空気の温度は太陽熱や地表からの放射熱により、周期的な日変化および季節変化する。高周波の日変化が地中の温度に与える影響はわずか十数センチメートル程度であるが、低周波の季節変化は9メートルの深さまで影響を及ぼす。宇部市の年平均温度を16.4°C、外気温度の年振幅を11.5°C、時間 $t=0$ を8月1日18時20分とすれば、時間 t (h)における深さ z (m)の地中温度 θ (°C)は次式で与えられる¹⁾

$$\theta(z,t) = 16.4 + 11.5 \times 0.9867 \exp(-0.5061z) \cos(0.00072t - 0.5061z) \quad (1)$$

(1)式をみるとわかるように、気温の周期変化と地中温度の周期変化には $0.5061z$ の位相差があり、たとえば地下 4.5 メートルの地中温度は 12 月に最も高くなり、6 月に最も低くなる。 z をパラメータとして、 θ と t の関係を図示すると図 2 のようである。

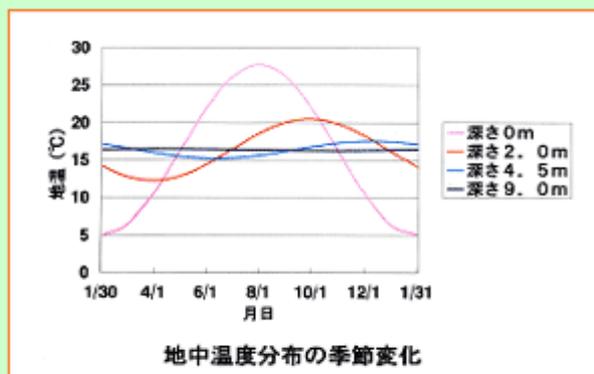


図2 地中温度分布の季節変化

4.GEO パワーシステム

GEO パワーシステムと名付けられた住居冷暖房システム²⁾は上に述べた地中温度分布(地下の恒温性および気温との位相差)を利用するもので、長さ 5m のアルミ製の二重パイプを縦方向に地中に埋める。ファンによって吸入された外気が二重パイプの間を通るときに地盤との熱授受が生じ、夏季には冷やされ、冬季には暖められた空気が床下に敷き詰められたクリ石の中に導入され、室内の床面や壁面に設けられた吹き出し口から各部屋に分流される。吹き出し口近傍の床下には、空気浄化のための木炭が敷き詰められている。図 3 は完成直前における GEO パワーシステムの外観である。



図3 GEOパワーシステムの地表部の外観
完成直前

5.地下水の利用

地下 56m から水を汲み上げ生活用水として使い、また次に示す 2 種類の独特の冷房システムに利用している。

- 1) 地下水からの顕熱移動と潜熱移動による
冷房を行うための風管内噴霧システム
- 2) 窓ガラス内面に地下水を滴下するシステム(図 4 参照)

6.地下室

ワインを貯蔵する目的で地下室を設けた。地下室には冷蔵庫もあるが、赤ワインなら夏季でも地下室の棚に置いたものをそのまま飲むことができる。



7.冬季における薪ストーブによる暖房

建坪が広い(200m²)のに標準的なシステムを設置しているので、冬季における暖房に対しては GEO パワーシステムだけでは力不足なので薪ストーブを設置した。薪を製作するために購入した土地に伐採された木が山と積まれているが、週末にはチェーンソーと斧とで薪を作っている。

8.おわりに

地下の恒温性を利用して我が家に施された夏季の冷房のための三種の仕掛けおよび薪ストーブによる冬季の暖房について紹介した。

参考文献

- 1)浦野良美、住宅のパッシブクーリング、森北出版(1991)
- 2)橋本東光、地球で住まいを冷暖房、資源と素材、
Vol.114 No.7,p.508-511(1998)
- 3)水田義明、地下の恒温性を利用した住宅冷暖房の実践、
資源・素材学会 2000 年度春季大会講演集 216-217(2000)
- 4)水田義明、地下の恒温性を利用した住宅冷暖房の実践と
その効果について、資源・素材 2000(秋田)、PA-2(2000)