

砂丘砂の熱の農用利用に関する基礎的研究

樋口英夫*

昭和62年5月30日受付

Fundamental Study on the Sand Heat of Sand Dune for Agricultural Use

Hideo HIGUCHI*

Although the oil resources in the earth are limited, the solar heat, the wind force, the terrestrial heat etc. may be available for the energy resources.

Generally, the differences of temperature, pressure, electric power, strength, position and so on, have the possibility to be used for the energy resources.

I made some experiments to use the heat of sand in sand dune for the energy resources to agricultural use.

At first, the temperature of atmosphere, surface and underground of sand dune were measured and the small model system of generation of electric power were devised in order to use the heat of sand for agricultural power and cooling of agricultural plant.

The efficiency of the model was tested and the main results were obtained as follows.

1) The temperature of surface of sand dune in summer increased to reach 60°C but the temperature of underground of 40cm depth remained at 20°C.

2) The temperature of hot water (60°C) buried in underground of 180 cm depth, dropped to 30°C after 25 hours and got to the temperature of underground of 180 cm depth after 60 hours.

3) The electric power of generator was mainly increased by the quantity of ether.

緒 言

地球のオイル資源の有限性が検討され、ほぼ無尽蔵に存在する太陽熱、地熱、風力などのエネルギーの有効的利用が望まれ、種々の研究がなされている。一般に、温度、圧力、電力、運動力、位置など差異の生ずるもの、

あるいは、差のあるものはエネルギー源として利用される可能性を十分持っている。

砂丘地は他の地域と比較して温度変化が大きい。他の地域より昼間は高く、夜間は低い。とくに、夏季の砂丘地表の温度は60~70°Cにも達する。それに対し、砂丘地の地下の温度は他の地域と同様に温度変化は非常に少なく、

* 鳥取大学農学部農林総合科学科情報科学講座

* *Department of Agricultural Information Science, Faculty of Agriculture, Tottori University*

年間を通じてほぼ一定である²⁾。そこで、昼間に高温化された砂丘砂の熱エネルギーを、集熱体を媒体として地下に集積し、保存し、農業用の暖房に利用したり、あるいは、このエネルギーにより発電を行い、農業用動力源、農業用施設の冷暖房に利用することがこの実験の終局的目標である。本報告においては、まず、砂丘地の温度測定を行い、続いて、砂丘砂の熱利用による発電システムの模型を試作し、その性能試験を行った。

砂丘地の温度

1. 砂丘砂の温度

鳥取大学農学部附属砂丘利用研究施設の砂丘砂のほ場において、地表より0, 5, 10, 20, 50, 100および180 cm深さの各地点にセンサー式打点温度計を設置し、1982年6月～1985年6月の3年間の温度を連続的に測定した。

Fig. 1は1982年7月1日～9月28日の砂丘砂表面の最高、最低温度を示したものである。最高温度は気象状態によって大きな変化を示したが、最低温度は変化が少な

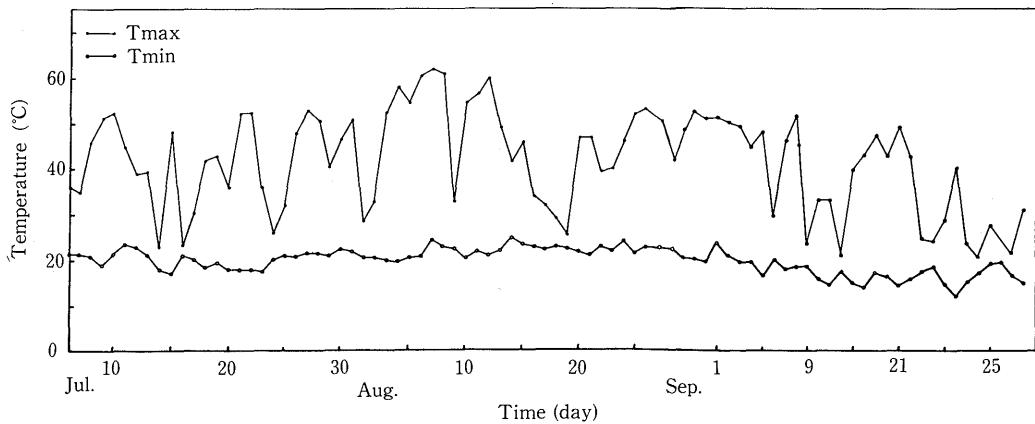


Fig. 1 Maximum and minimum temperature on the surface of sand dune

かった。

Fig. 2は1982年8月7日、1982年8月8日、1982年8月12日および1982年9月8日の地表面から0, 5, 10, 20, 50, 100および180cm深さの砂の温度を示したものである。砂丘砂の温度は地表に近いほど変動が激しいが、地表から約50cmより深くなると温度の変化はほとんどなく、一定の値を示した。

2. 砂丘地の気温

Fig. 3は1982年7月、8月、9月および10月の砂丘地の最高、最低および平均気温を示したものである。Fig. 4は1982年7月、8月、9月および10月の鳥取市街地（場所：鳥取地方气象台）の最高、最低および平均気温を示したものである。1982年7月～10月の期間においては砂丘地と市街地との気温の差はあまり認められなかった。ただし、1982年は冷夏であったためとくにその値の差が少なかったと推定された。

3. 砂丘砂と他の地域との温度比較

Fig. 5は砂丘砂と鳥取市湖山町内の草地（7 cm草丈の高麗芝地）、裸地（砂壤土の畑地）、アスファルト道路およびコンクリート道路表面の温度を測定した。なお、測定の日時は1982年8月6日、8月25日、9月2日、9月7日、9月13日および10月8日の14 pmであった。

同時刻における種々の地表の温度は、環境の状態によりかなり差異が認められた。とくに、砂丘地の温度は他の地域の温度よりかなり高い値を示した。

砂丘砂の保温性

昼間に砂丘地表面で暖められた砂の熱エネルギーを集熱体を媒介として砂丘地の地下に貯蔵し、利用することを目的とするため、砂丘地の地下における温水の保温性を調査した。

ユリア系樹脂製、厚さ3 mm、100×100×50mm（縦×幅×高さ）の直方体の容器に約60°Cの温水を0.5m³入れ、砂丘地の1.8m深さに埋設し、タンク内の温水の温度の経時的

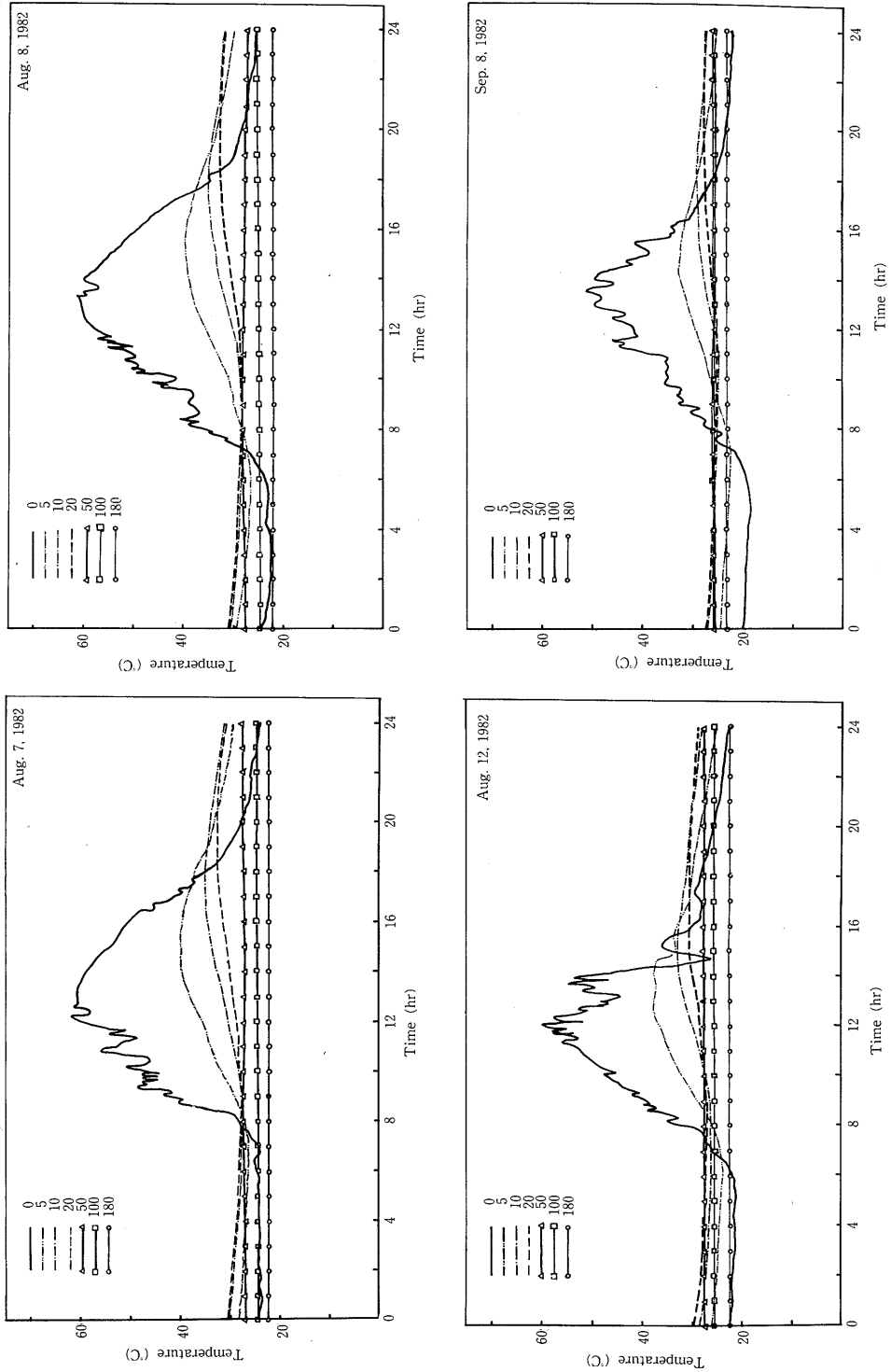


Fig. 2 Temperature of underground of sand dune

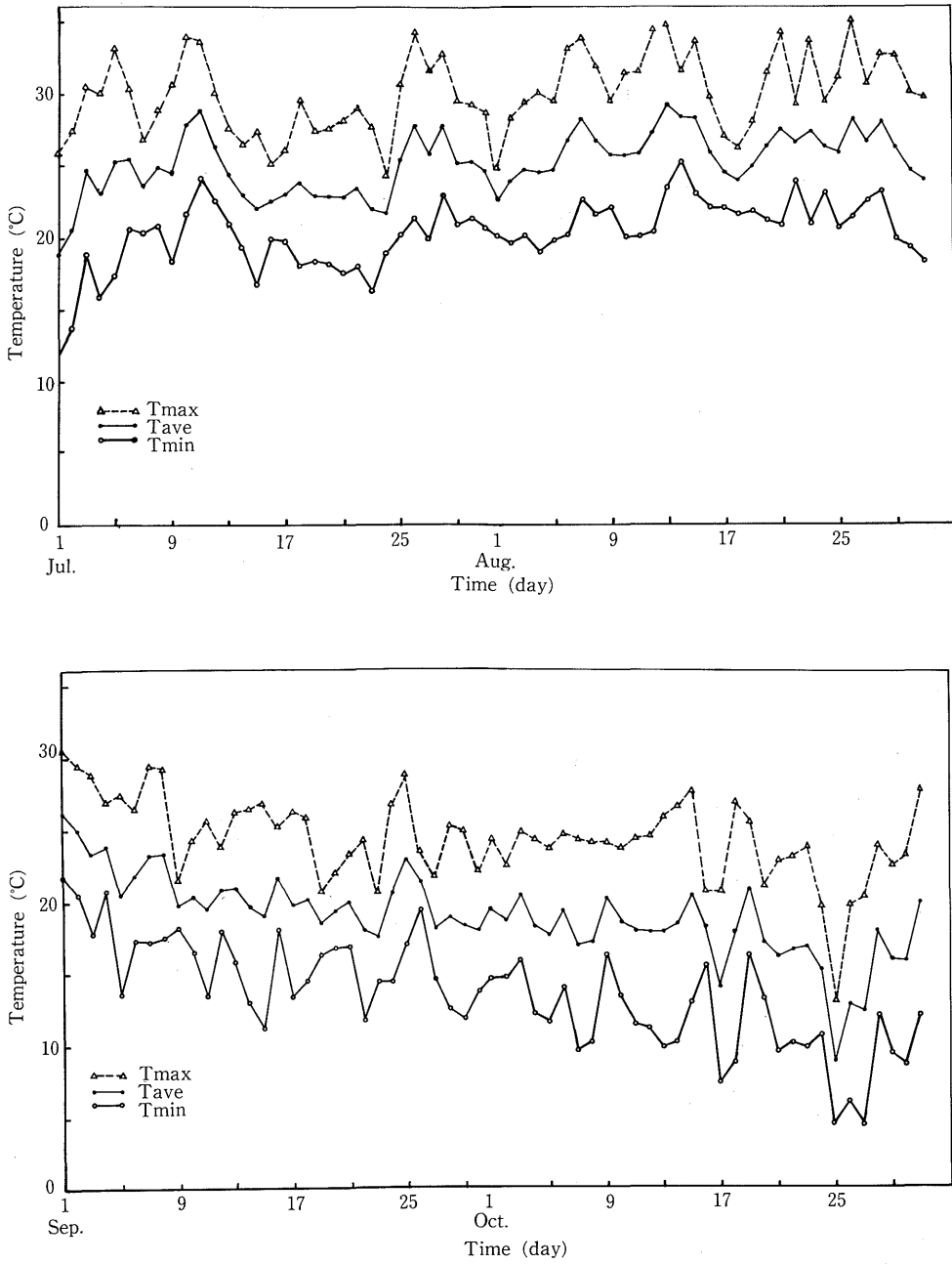


Fig. 3 Atmospheric temperature of sand dune

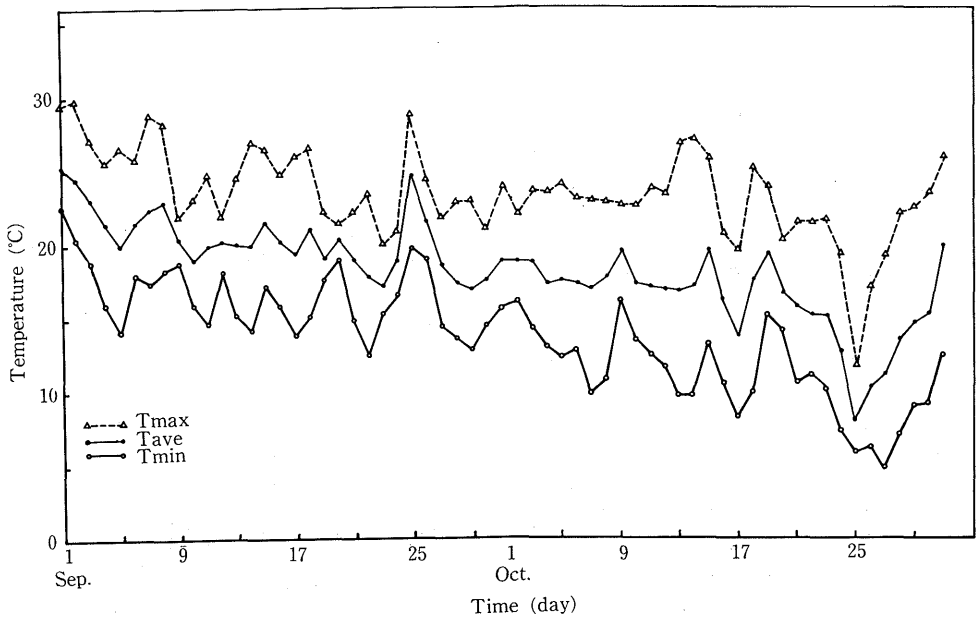
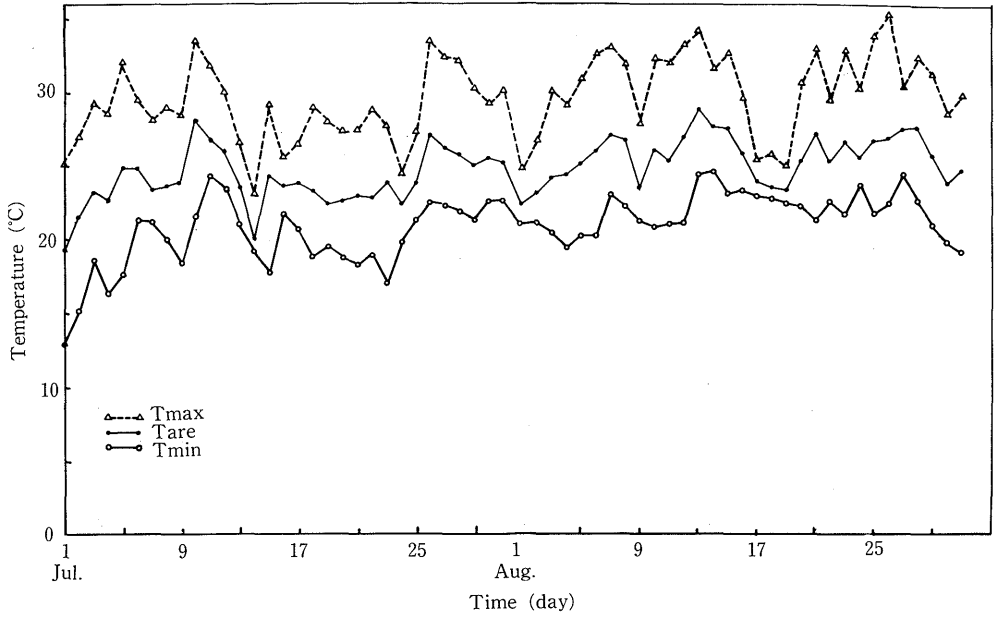


Fig. 4 Atmospheric temperature of street

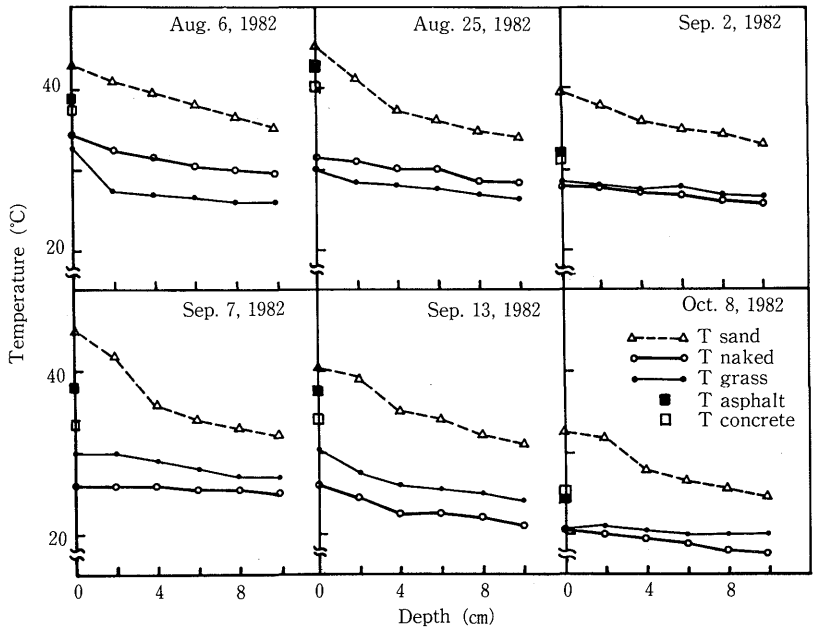


Fig. 5 Temperature of sand dune, farm field, grass field, asphalt road and concrete road at same time

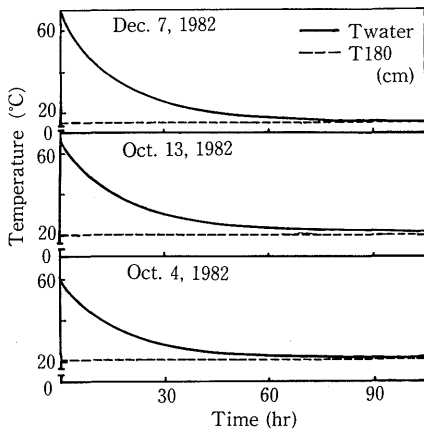


Fig. 6 Temperature change of time lapse of hot water buried in sand

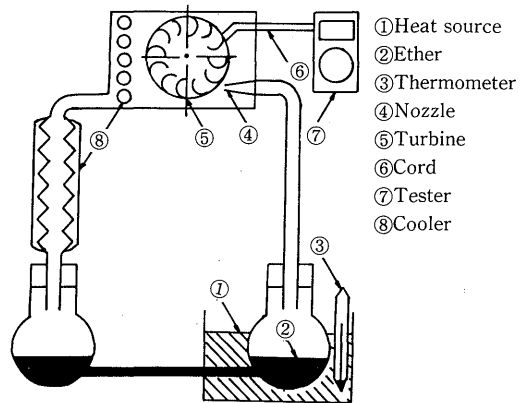


Fig. 7 Outline of experimental device of generator

変化を測定した。なお、タンクは埋設時にタンクの外面を30mm厚さのポリウレタンで被覆し、さらに、5mm厚さのベニヤ板で全面を被覆した。

Fig. 6は1982年10月4日62°Cの温水、10月13日68°Cの温水、12月7日70°Cの温水をタンク内に封入し、その温度の経時変化を測定したものである。タンク内の温水の温度は約25時間後に初期温度の約1/2となり、約60時間後には1.8m深さの砂の温度(約20°C)とほぼ等しくなった。

発電の実験

1. 装置および方法

Fig. 7は砂丘砂で暖められた砂の熱エネルギーを集熱体によって発電させる模型の発電装置システムの模式図を示したものである。暖められた集熱体(温水)の中にエーテルを封入したフラスコを浸し、フラスコ内で気化したエーテルの蒸気を、内径7mmのガラス管を経てガラス管先端のノズルよりタービンに噴射させ、タービンを回転させ、発電させた。本実験においては模型タービンによって発生した電圧および電流をテスターにより測定し、その性能を調査した。発電機は直流電流用模型モーター(マブチモーター製、ミニベビー)を使用した。模型タービンは外径100mm、幅10mm、羽根枚数12枚のものを試作した(Fig. 8参照)。なお、タービンに噴射した後のエーテルの蒸気は冷却装置により再度液体に変化させ、循環させた。また、本実験においては、沸点の低い液体としてエーテルを使用した。アンモニア、亜硫酸ガス、エタノール、アルコール、フロンガスなども使用可能と思われる。Fig. 9はエーテル、エタノールおよび水の温度と蒸気圧力との関係を示したものである。現在では冷媒としてフロンガスが多く用いられているが、フロンガスには多くの種類があり、数例としてFig. 10にDF-11、DF-13、DF-14およびDF-21の蒸気圧曲線を示した。

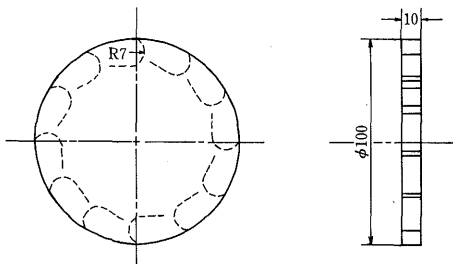


Fig. 8 Outline of model turbine

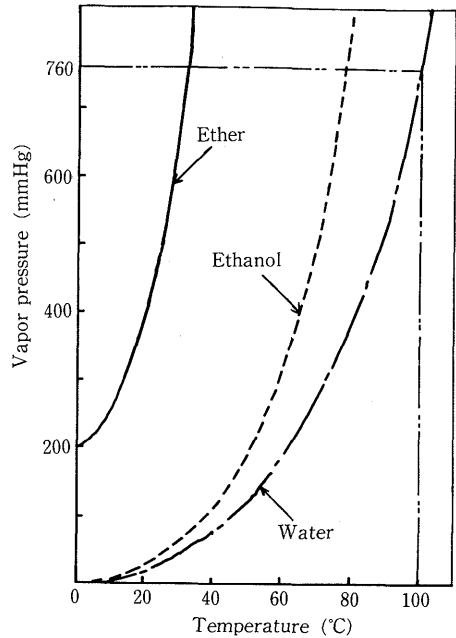


Fig. 9 Relations between temperature and vapor pressure of ether, ethanol and water

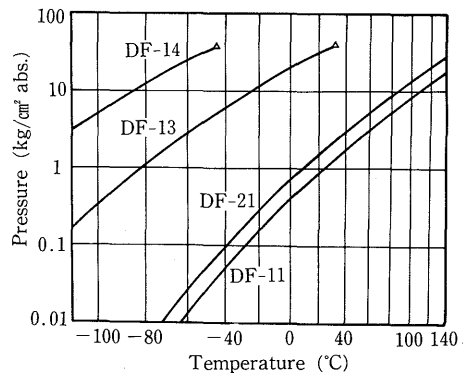


Fig. 10 Relation between temperature and vapor pressure of fron gas

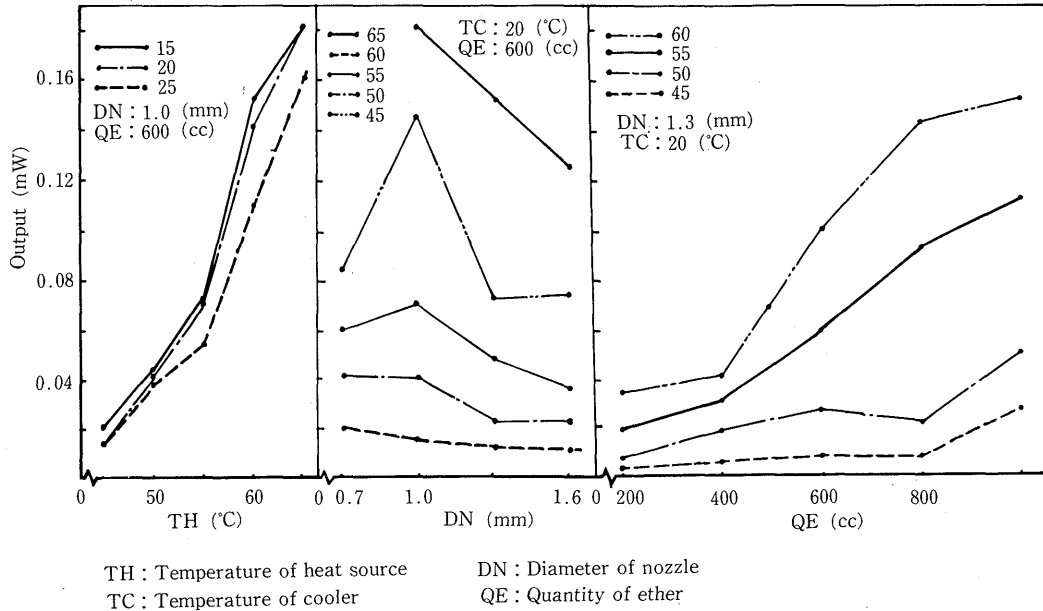


Fig. 11 Relations between output and temperature of heat source, diameter of nozzle, temperature of cooler and quantity of ether

なお、夏季において砂丘地の砂の表面温度は約60°Cとなるため、集熱体の初期温度は60°C前後に設定した。また、砂丘地の地下の温度は約20°Cであるため、冷却水の温度は20°C前後に設定した。本実験に供試した器具の概要諸元および実験の条件は次のとおりであった。

集熱体の温度	45, 50, 55, 60, 65°C
冷却水の温度	15, 20, 25°C
ノズルの内径	0.7, 1.0, 1.3, 1.6mm
エーテル量	200, 400, 600, 800, 1000cc

2. 結果

Fig. 11 は集熱体の温度、ノズルの内径およびエーテルの量を変化させた時の発電機の出力を示したものである。出力は集熱体の温度およびエーテル量の増加と共に増加したが、ノズル径の増加に対して出力は減少する傾向を示した。なお、本実験の測定範囲内においては冷却水の変化に対して、出力の変化はほとんど示さなかった。

総 括

石油の代替エネルギーを開発する観点より、砂丘砂の熱利用の可能性を検討した。砂丘砂の昼間の温度は著しく高温になり、とくに夏季においては、60~70°Cに達す

る。一方、夜間は他の地域より低下する。そこでまず、砂丘地の砂と大気との温度を他の地域と比較して測定した。また、砂丘地の地下における集熱体の保温性を検討した。続いて、昼間に高温化された砂丘砂の熱エネルギーを、集熱体を媒介として集積し、地下に保存した。次に、このエネルギーを利用して発電することを想定した循環式発電システムの模型を考案・試作して、その性能試験を行った。

測定・試験の過程で明らかになったことを要約すると次のとおりである。

1) 夏季の砂丘地表面の温度は他の地域の温度より高く、60°Cに達する。

2) 砂丘地の地下1.8mの所に埋設されたタンク内の温水の温度は約25時間後に初期温度の1/2になり、約60時間後には地下の砂の温度と等しくなった。

3) 模型の循環式発電装置による発電エネルギーは集熱体の温度およびエーテル量の増加によって増加し、ノズル口径の増加に対して減少した。

最後に本実験の遂行にあたり、協力を頂いた昭和58年度当研究室の専攻生に感謝の意を表する。

文 献

- 1) 石原 昂・他 3 名：砂丘砂の熱利用に関する基礎的研究. 農業機械学会関西支部報, 54 16-18(1982)
- 2) フジ・テクノシステム出版部：施設農業への新エネルギー利用. (株)フジ・テクノシステム, 東京 (1980)
pp. 17-42