

II - 39

冬季砂浜海岸の温熱環境に関する現地観測

東京工業大学大学院
東京工業大学情報理工学研究所
東京工業大学大学院

学生員 山下哲弘
正員 瀬岡和夫
学生員 内山雄介

1. はじめに

海岸のアメニティ環境に対して、白砂青松に代表される風景や、波の音・潮風などの固有の要素は、総じてポジティブな役割を果たしており、アトラクティブな海岸空間をデザインするためには、様々な観点から空間特性を把握し、これらをデザインに反映させることが必要である。著者らは、砂浜海岸空間を特徴づける重要な要素でありながら、これまでほとんど議論されることのなかった夏季の温熱環境に着目し、その諸特性を現地観測により明らかにしてきた¹⁾。本研究では、単に「寒い場所」と捉えられているだけの冬季砂浜海岸の温熱環境特性を把握するべく、夏季・冬季の熱収支構造を比較し、さらに人体熱収支解析に基づく温熱指標HSにより検討した。なお、夏季観測の詳細については文献1)を参照されたい。

2. 現地観測の概要

表-1 観測項目

観測項目	計測機器	計測間隔
風速 気温 湿度 日射量 赤外放射量	三杯式風速計 白金温度計 高分子誘電率式 日射計 赤外放射計	サンプリング 周期1秒 1分平均
グローブ温度 地表面温度	グローブ温度計 放射温度計	10分毎

現地観測は、夏季は1994年8月15日（6時～19時）、冬季は12月21日（9時～16時）に千葉市幕張海浜公園人工ビーチにおいて行った。観測当日の気象概況は、夏季は日中を通じて快晴、冬季は午前中は薄曇りで、午後は完全な曇りであった。表-1に観測項目、観測機器、測定時間、データ処理方法を示す。

3. 砂浜海岸空間の熱収支構造

図-1、図-2は、それぞれ夏季および冬季観測における、12時での砂面の純入射フラックス（日射＋大気放射）に対する熱収支各成分の割合（1時間平均値）を示している。ただし、両ケースともに砂面は完全に乾燥していたため、潜熱フラックスは0[W/m²]、また、純入射フラックスは夏季で1330[W/m²]、冬季で570[W/m²]である。夏季観測のデータと比較して、冬季は地表面の正味放射フラックス R_{net} のうち、射出長波放射の占める割合が大きくなる。この原因として、①冬季は太陽高度の低下により日射光が散乱し、同時に直達成分が減少するため、地表面が獲得する日射量は、夏季よりも著しく減少すること、②地表面からの射出長波放射量の減少の仕方が小さいこと、の2点があげられる。冬季は純入射フラックスに対する地表面の正味放射フラックス R_{net} の割合が減少する。その結果、正味放射フラックス R_{net} が顕熱フラックス H と地中伝導熱量 G に変換される割合が小さくなる。このことは、大気に対する砂面の加熱効果と、人間の温熱感を左右する地表面温度の上昇が、冬季は小さくなることを意味する。

4. 冬季砂浜海岸の温熱環境

次に、以上のような冬季砂浜海岸の熱収支構造が、人間の温熱感におよぼす影響を調べるために、HS（人体貯熱フラックス）²⁾により、冬季砂浜海岸空間の温熱環境を評価することを試みる。HSは、人体熱収支の残差

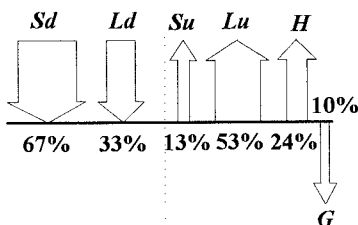


図-1 砂面での熱収支（夏季、12時）

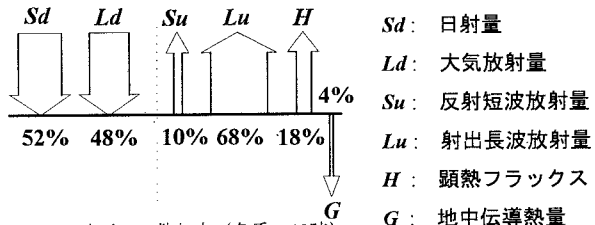


図-2 砂面での熱収支（冬季、12時）

Sd: 日射量
Ld: 大気放射量
Su: 反射短波放射量
Lu: 射出長波放射量
H: 顕熱フラックス
G: 地中伝導熱量

として求まる温熱環境指標であり、気温・湿度・気流・放射の気象条件に加え、着衣量・代謝量の人体条件を統合して温熱環境を評価することが可能である。ここでは、気象条件には観測データを用い、人体条件には着衣量：コートを着た状態(2.0clo)、代謝量：安静座位(1.0met)の条件を与えた。

図-3に、砂浜日向・砂浜日陰(あずま屋)におけるHSの10分平均値を示す。うす曇りであった13時以前は砂浜日向と砂浜日陰のHS値に明確な差があるのに対して、13時以降はHS値の差がほとんど無いことが分かる。

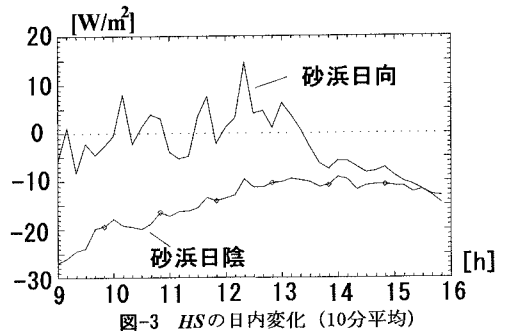


図-3 HSの日内変化(10分平均)

図-4は砂浜日向における人体熱収支各成分の日内変化を示しているが、発汗がないため潜熱損失量(I_{Eman})は小さく、顕熱損失量(H_{man})と人体へ入射する正味放射量(R_{man})が大きな割合を占めている。人体熱収支計算では、人体へ入射する正味放射量により衣服温度が変化し、平均衣服表面温度と気温との差、および風速により顕熱損失量が決まる。このため、人体の熱収支は人体へ入射する正味放射量および風速に対して、センシティブに回答すると考えられる。そこで、人体への入力放射成分を調べてみた。図-5は、人体への入力放射フラックスを短波放射成分(Sin)と長波放射成分(Lin)に分けたものである。

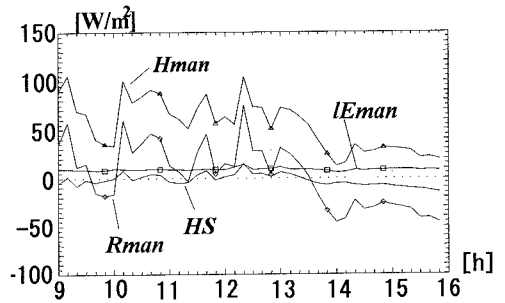
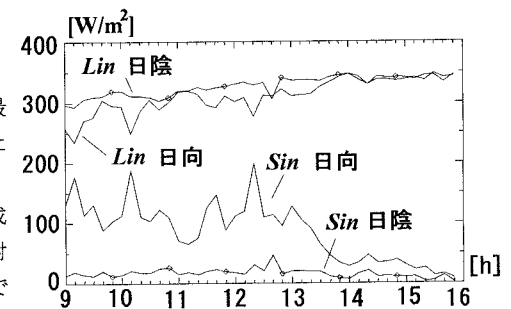


図-4 砂浜日向での人体熱収支の各成分の日内変化

Sin 、 Lin は、albedo、射出率の異なる2つのグローブ球での熱収支式を連立させて解くことにより算出した²⁾。夏季観測では、砂浜上の日向・日陰での地表面温度差は最大で約30度にまで達したのに対して、冬季はGが小さいために約5度と小さい。このため、図-5に見られるように、地表面からの射出長波放射量が同程度となり、長波放射成分(Lin)の日向と日陰での差が小さい。一方、短波放射成分には、特に午前中は、日射の有無による日向と日陰での明確な差がある。すなわち、日向と日陰での人体への入力放射フラックスの差は、大部分が日射量(短波成分)によるものであり、日射量の大小によって、冬季の温熱感が左右されることが考えられる。また、日射量の影響のない日陰ではHS値の減少は風速の変動によるものと考えられるが、観測日の風速が0~2[m/s]と微風であったために、影響はほとんどみられなかった。

図-5 R_{man} の各成分の日内変化

5. おわりに

本研究では、夏季・冬季砂浜海岸での現地観測の結果を比較することにより、冬季砂浜海岸の熱収支構造、および人体温熱環境特性について検討した。その結果、以下を得た。

- ①砂面の熱収支は、日射量よりも地表面からの射出長波放射量が大きく、正味放射フラックスの割合が低減する。その結果、顕熱フラックスや地中伝導熱量の割合が小さくなる。
- ②射出長波放射量の場所による違いが小さいため、人体への正味放射量の変化は日射量によって決まる。このため、日射量は人間の温熱感を決める要素となる。

参考文献

- 1) 灘岡和夫ら：夏季砂浜海岸の熱収支構造と人体の快適性、水工学論文集 第39巻、pp.189-196、1995
- 2) 梅干野晃ら：屋外環境計の試作とその検討、日本建築学会計画系論文報告集、Vol.388、pp29-36、1988