

異なる地表面状態における熱収支の差異に関する研究

－ 砂利面の地表面粗度を中心に－

B204051 清水 雄二郎 共同研究者 B204063 中曾 裕次, B204070 西本 恵子 担当教員 内藤 望 准教授

キーワード：熱収支，地表面粗度，顕熱輸送，潜熱輸送，風速鉛直分布観測

1. 目的

地球上ではさまざまな現象に伴い熱エネルギーが流れている。その大きさ，向き，場所による違いによって気象は影響を受ける。大気における熱エネルギー輸送には，放射過程のほかに顕熱や潜熱の輸送がある。これらは大気の乱流によって運ばれており，地表面の粗度が影響している。そこで地表面付近での顕熱，潜熱輸送量を計算するために必要な，地表面粗度を直接観測から調べる。そのため周囲が開けた地点での風速と気温の鉛直分布観測を試行し，その有効性と問題点について検討した。

2. 研究方法

広島工業大学内で，可搬形熱収支観測装置（MWS）四式を用いた観測を2007年の6月27日13:40～14:40と11月30日15:00～12月4日15:00の計二回実施した。6月27日は21号館東側の外階段を利用して実施し，11月30日～12月4日は第11駐輪場南東の砂利面において実施した(図1)。測定項目は，各高度(表1)における風速と気温および地表面温度である。また測定時間間隔は10分である。なお全ての観測用センサーは事前にキャリブレーション観測を実施しており，全ての観測値はその補正を施したうえで以後の解析に用いた。

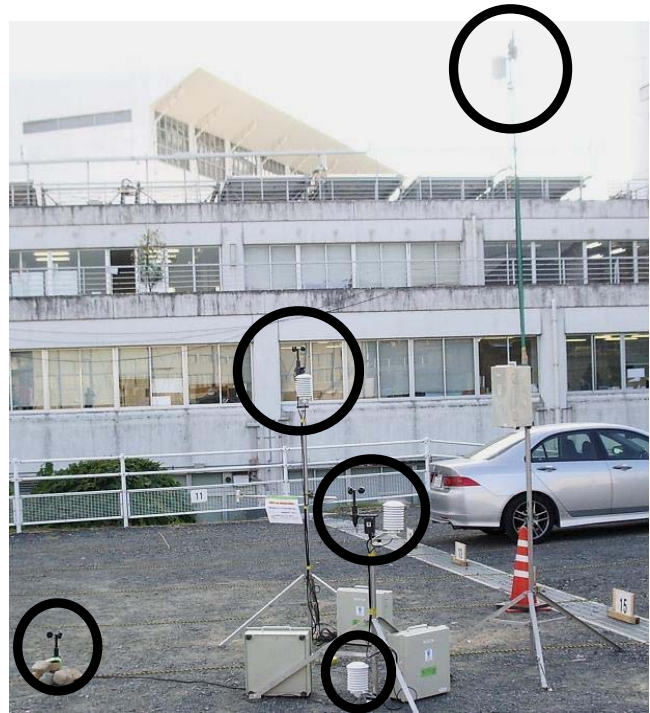


図1. 11月30日～12月4日第11駐輪場南東砂利面での観測状況。太丸は風速および気温センサーの配置を示す。

3. 結果と考察

風速は地表面に近づくほど指数関数的に低下し，理論上，風速が0となる高度を風速分布に対する粗度という。また気温分布に対する粗度は気温と地表面温度が理論上等しくなる高度のことをいう。

6月27日の観測では観測場所のすぐ横の建物(21号館)が影響したためか，良好な結果が得られなかった。そ

表1. 鉛直分布観測における計測高度。

		MWS01	MNWS02	MNWS03	MNWS04
6月27日	風速	0.30m	1.24m	2.18m	13.07m
	気温	0.13m	1.00m	1.77m	12.76m
11月30日 ～12月4日	風速	0.30m	1.31m	2.18m	4.22m
	気温	0.11m	1.02m	1.86m	3.88m

ここで周囲が比較的開けている第11駐輪場南東の砂利面において実施した12月の観測結果を中心に解析を進めた。

図2は、11月30日～12月4日に行った観測のうち、12月1日0:00～12月3日23:00の丁度3日分の正時風速データを同じ時刻で整理し、6時間ごとに平均した鉛直分布図とその指数近似曲線である。近似式の指数の前にある係数が風速分布に対する粗度を表現している。時間帯によって風速の大きさが変化し、粗度もかなり変化していることがわかる。粗度のこの日変化を調べるため、2時間ごとに整理し直して求めた粗度を図3に示す。0時～1時の粗度がかなり高くなっているが、この時間帯は全高度にわたって風が弱く、指数近似曲線が鉛直に立った状態に近かった。何よりもこの時の粗度高は最も地表近くに着置した風速計の高さ(0.30m)よりも高くなっており信頼度は低いと思われる。午後の12時～19時は低い粗度で比較的安定し、夜の2時～7時は高い粗度を示している。これは海風の吹く時間帯は、風が強いために地表近くの大気がやや不安定化して乱流も活発となり粗度が低くなる一方、夜間は風が弱く大気が安定化するために粗度が高くなると考えられる。12時～19時の平均粗度は0.10m、2～7時の平均粗度は0.24mとなったが、24時間平均での風速に対する粗度は0.15mと見積もられた。

次に気温分布に対する粗度についても同様に調べたところ、風速分布に対する粗度以上に時間的な変動が大きかった。特に気温と地表面温度が近くなる時間帯は粗度を評価することは困難であった。そこで比較的良好な結果を示した時間帯に限って評価したところ、0～4時には平均0.18m、9～15時には平均0.07m、18～23時には平均0.002mとなり、いずれも同時間帯の風速分布に対する粗度よりも低めの数値となった。ただし残念ながら、24時間の平均値については確定出来なかった。

4. まとめ

地表面粗度を観測から直接求めることはさほど容易ではない。特に風による日変化が大きいため、時間帯や風速、大気安定度に応じて粗度を評価すべきだといえる。しかし熱収支計算においては顕熱、潜熱輸送量を簡便に計算するために単一の粗度高を用いることが多い。したがって粗度の変化が比較的小さくなるような広く平坦な観測地を選定することが重要であろう。

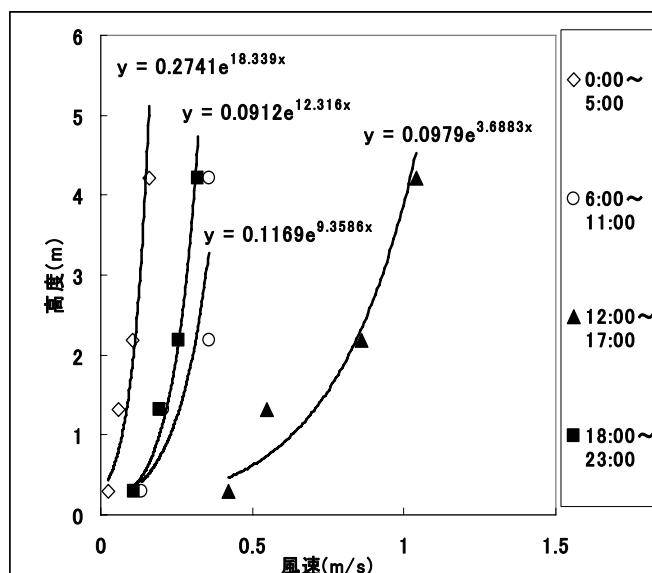


図2. 風速の鉛直分布 (12月1日～3日の平均)。

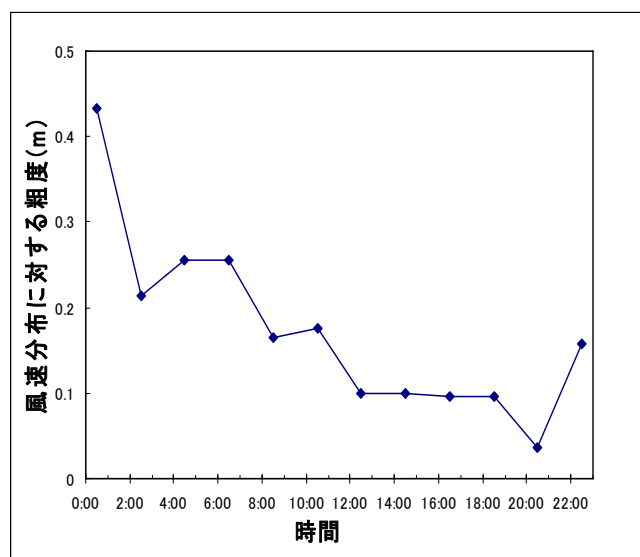


図3. 風速分布に対する粗度の日変化 (12月1日～3日の平均)。