

海面からの太陽反射光が沿岸照度に与える影響に関する研究

日本大学（院）○大野 香織、日本大学 坪松 学
岩野 涼子、佐藤 万希子

はじめに

人間の生活空間における重要な環境要素の一つに視野範囲での明るさ、つまり照度がある。地表の照度に影響を与える主な光源は、日中の太陽光や夜間の人工的な照明であり、また周囲の反射特性が大きく影響する。一般に大きな水域がある近くの街は明るい、とくに南側に海がある太平洋岸はそのイメージが強い。

もし明るいとするならば、この原因の一つは水域による広いオープンスペースから大量の天空光が得られること、水面による太陽光反射の直達光や散乱光が影響していると考えられる。とくに海の向こうに太陽があるような場合、よく海面が輝いて見える。この光は太陽光が海面で反射し、われわれの目に直接届く光で、沿岸の照度にかかなり影響を与えていると思われる。この光量について観測を中心に検討を行った。

日中の太陽高度は一般的にわれわれが海面を見込む角度より大きく、したがって鏡面反射するのであれば、目に入るような角度の反射光はない筈である。しかし図-1に示すように、海面からの光は水平線近くまでも輝いて見え、またヘリコプターからの観測で垂直方向への反射光もあり、波の影響により色々な方向への反射していることがわかる。図-2に用いた観測機器を示す。上方への反射光量を求めるヘリコプター、20万ルクスまで計測できる照度計、気象装置と上下5方向の日照量計測装置である。

観測結果

実際の海面形状を知ることは不可能で、ここでは多くの観測結果から定性的な特長について検討を行った。図-3は輝いている海面から低角度での反射光量、およびその左右の海面からの反射光量を比較したもので、5倍程度異なっていることがわかる。また図-4は、上下方向の比較で、輝いている海面を中心に、砂面、天空(太陽高度より低い範囲)の明るさを比で示してある。また太陽方向から左右45度方向の海面の明るさも同時に載せてある。これらの値から、低角度での反射光量がかかなりあることがわかる。



図-1 上中段は海面の状態の違いによる反射光の違い、
下段は真上への反射光の写真

キーワード：環境、照度、海、反射

連絡先：〒275-8587 千葉県習志野市泉町1-2-1 TEL 047-474-2451 FAX 047-474-2449

単純なモデルによる検討

海面の状態は干満やうねり、風波など数十種類の sin curve の合成により複雑な形状をしている。ここでは反射方向や光量の特徴を知るため、波を単純な波を sin curve として計算した一例を表一、2 に示す。

なお反射光量 I は、入射光量 I₀、入射角 R、屈折角 T、水の屈折率 N とすると波面に対し垂直な光の場合

$$I = \{(N-1)/(N+1)\}^2 I_0$$

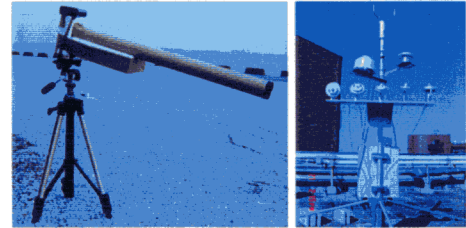
垂直でない場合

$$I = \{\sin^2(R-T)/\sin^2(R+T) + \tan^2(R-T)/\tan^2(R+T)\} I_0 / 2$$

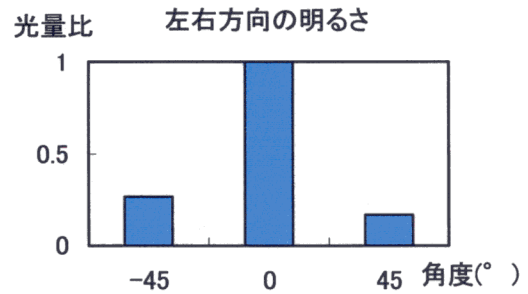
表一は太陽高度と海面から上方向への反射光量の関係を波の振幅と波長の比=0.3 の場合について計算したもので、この条件では太陽高度が低いほど光量が多いことがわかる。また表二は太陽高度 H=56.4°、波の形状として振幅/波長をパラメータとした場合の上方向への反射光量、反射角 56.4° 以下の反射光量をそれぞれ最大値に対する比で載せている。（振幅 0 は鏡面状態を意味する）

結論

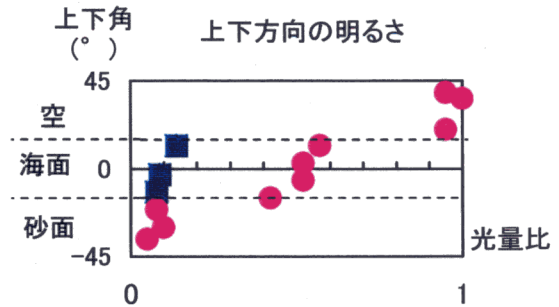
海面は絶えず波が発生している。このことにより太陽高度が高い場合であっても低角度での反射光を生じ沿岸の照度に影響をあたえている。この反射の明るさは環境指標の一つとなる。しかしこの値を予測するにはパラメータが多く、そこでいろいろな状況下での観測から定性的な特徴を知る必要がある。一例として、南向き海岸での観測から、海が輝いて見えるとき、沿岸での照度のうち、海面反射による影響が 18% (10500/57000) から 40% 近くにもなっていた。また同じような太陽高度であっても波の状態により 10~15% の明るさに違いがあり、近くに海があることは、沿岸での照度に少なからず影響を与えていた。今後観測回数を増し、海岸線の向きに関する影響についても検討したい。



図一 2 観測機器 上空への反射光計測のヘリコプター、照度計、気象観測装置と空間照度計



図一 3 太陽方向と左右各 45° 方向幅での海面の明るさの比 (高度 32.3°、波と太陽方向との方向角 52.5°)



図一 4 ●太陽方向海面と砂面、天空面での明るさの比、■太陽方向から 45° 方向の海面の値

表一 太陽高度と海面 上方への反射光量

振幅/波長=0.3	
太陽高度 H(°)	上方向への光量比
44.6	1
51.6	0.83
78.4	0.7

表二 振幅/波長と上方向への光量比

L=10 H=56.4		
振幅/波長	上方向への光量比	低角度 (<56.4°) の光量比
0.1	1	1
0.2	0.65	0.46
0.3	0.51	0.29
0.4	0.46	0.38
0.5	0.21	0.14
0	0.76	0