

太陽光の海面反射が沿岸照度に与える影響

日本大学（院）○大野 香織、日本大学 白岩 加奈江、
芳賀 万里子、坪松 学

1 はじめに

現在、環境問題の一つに日照権や日射権があり特に都市域では大きな問題となっている。生活空間での明るさは重要な環境要素の一つである。照度は、日中であれば太陽直達光や天空光、さらにこれらの光の周囲からの反射光が、また夜間では人工的な光源が関係している。一般に海岸の近くは明るいといわれ、実際海や大きな湖沼の沿岸は明るく感じられる。都市や住宅地域の地表に比べ、地表の人の視野レベルでみると、海辺では大きなオープンスペースが存在することにより、多くの天空光や太陽直達光が得られる。さらに水面が南側に位置する場合これらの光の海面からの反射光も大きな影響を与えている。これらの光の光量を知ることは、水面があることによる照度環境や沿岸植生の生育に関係する指標の一つになる。

写真1は海面反射の事例で、上段は海岸における目に届く直達反射光、下段はヘリコプターによる上空からの映像で、光は真上にも反射していることがわかる。このことは太陽光だけでなく天空光に対しても同様である。このような太陽光や天空光の海面での反射光量について、我々の視野へどのような影響を与えるかについての検討を行った。図1は人間の等視野強度曲線を示したものである。ここでは、黒く囲った視力約0.03以上の範囲での光量の観測を行った。しかし実際にこのような沖合の、対象とした範囲からの光量を測ろうとする場合、観測器の視野角を小さくする必要がある。そこで口径10cmのレンズによるカメラを作成し、フィルム位置に照度計を設置した。観測は海岸線が南に位置する場所を選び、さらに住宅域内での照度の観測を行った。

2 観測結果

観測結果を図2～4に示してある。図2は南に海がある位置、南北方向の道路、東西方向の道路でのそれぞれ南向の照度を示してある（道路幅約6m、地上約1.5m、道路左右平均角約100度）。海岸での照度は他と比較してかなり大きい。南北が道路の場合は日中南からの照度が大きい。東西が道路の場合は南北に建物がある影響で大きく異なっていることがわかる。

次に海面の明るさとそれと対象位置の天空の明るさの比を示したものが図3である。太陽高度が高い12時では海面や砂面からの照度は天空光の約50%であったが太陽高度の低い16時では海面の反射光は天空光の約6倍も明るく海面反射の影響が大きいことがわかる。

多くの観測から、海面から太陽光による直達反射光がない天空光反射だけの場合、海面からの照度は天空の明るさに比例し、天空からの照度の約50%程度である。また天候が異なっても同様な関係があった。そこで、視線への天空光の明るさと海面、砂面からの明るさの関係に



写真1 太陽光の海面反射の写真

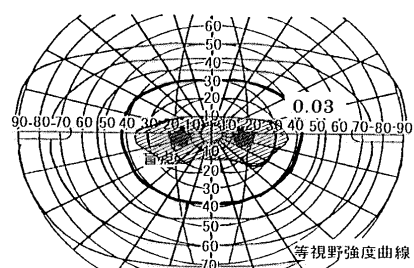


図1 等視野強度曲線図（黒点は盲点）

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

ついて約 20 日のデータ 140 例から相関係数を求めた結果次のようになった。

天空－海面 $\gamma = 0.91$

天空－砂面 $\gamma = 0.71$

この 140 例の相関係数のばらつき(標準偏差)は天空－海面で約 0.1、天空－砂面では約 0.25 であった。

次に太陽方向の海面からの光量と南方向海面からの光量の比で表したのが図 4 で太陽高度が低くなるに従い大きくなっており、太陽方向・太陽高度が反射光量に大きく影響していることがわかる。また太陽高度が高い位置にあるにもかかわらず、我々の目に反射光が届くのは波の影響によるもので、このような反射光量の目安として実際の波形とは異なるが単純な sin 波形表面での反射角と光量について検討した。一例として、春分、秋分の日

の太陽高度を用い、南からの sin 波形表面(波長：振幅＝1：0.05)に太陽光が当たったときの反射上下角と文中に示す式を用いて反射光量の関係を求め図 5 に示してある。太陽高度の低い時刻に、低角度反射光量が多くなることが予想される。また図 6 からこのような反射が多く起こる年間での太陽高度の割合を示したもので、40°以下の割合が 50%もあることがわかる。

海面からの反射光量

I =量反射光、 I_0 =入射光量、 R =入射角

T =屈折角、 N =水の屈折率(=1.333)

$$I = \left\{ \frac{\sin^2(R-T)}{\sin^2(R+T)} + \frac{\tan^2(R-T)}{\tan^2(R+T)} \right\} \times \frac{I_0}{2}$$

波面に対し垂直な光($R=0$)の場合 $I = \left(\frac{N-1}{N+1} \right)^2 \times I_0$

3 結論

大きな水域近くの照度は、水域が南側にある場合、広いオープンスペースによる天空からの光量により照度に大きな影響を与えていることがわかる。また水面による天空光や太陽光の反射は、風波の影響で高い位置からの天空や太陽光からでも低い角度での反射光も発生している。水面からの照度は水平線を対象に天空からの照度の約 50%、また輝くような太陽反射直達光は、太陽高度が 30°～40°以下で多く発生している。南側に海がある場合、沿岸の明るさなどの照度環境に大きな影響を与えているとともに沿岸植生にも関係していると思われる。今後多くの条件下での観測から沿岸でのこれらの値を検討する予定である。

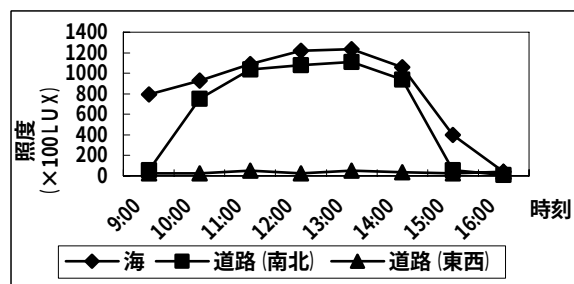


図2 オープンスペースと照度

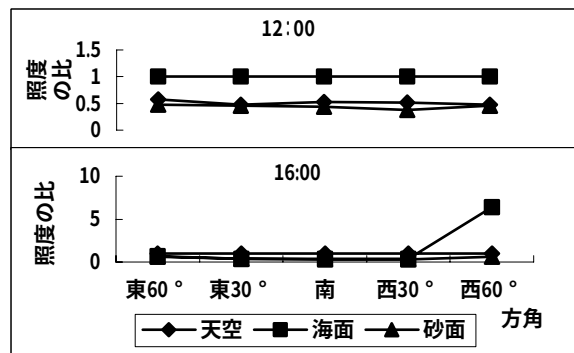


図3 天空と海面からの照度の比

時刻、方向をパラメータに海面と天空からの照度の比

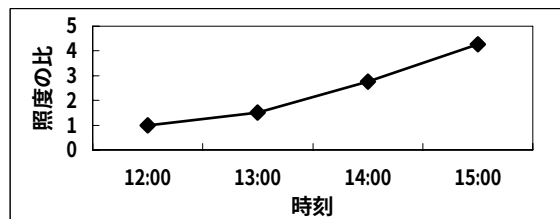


図4 南方向の海面照度に対する太陽方向の海面照度の比

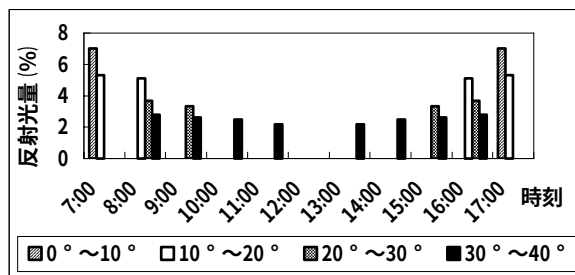


図5 低角度反射について
sin波面からの反射角と反射光量の時刻変化

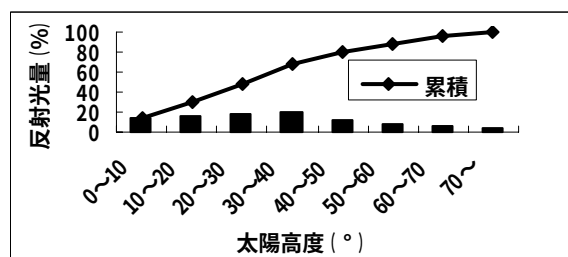


図6 年間での太陽高度の割合(%)

年間での日中における太陽高度の近似的な時間割合