

海岸空間設計の一要素としての飛塩量特性

琉球大学工学部 学生員 鳥集 一郎
 琉球大学工学部 正会員 津嘉山正光
 琉球大学工学部 正会員 仲座 栄三

1. はじめに

最近、琉球諸島における塩害の深刻さが国内外に広く知られるようになった。また、沖縄本島中北部においては海洋性リゾート開発の進展に伴い、沿岸域の自然環境が急速に変化しつつある。さらに都市部においては、海の埋め立て等によって、住居地域が波の碎波点ぎりぎりまでにまで迫るようになってきた。こうした人間生活の場の海への急速な変化は、アメニティをも含めた新たな塩害対策の検討を必要とするようになった。中でも、海洋性リゾート地域及び沿岸住宅地域における塩害対策は急務といえる。また、飛塩＝塩害という関係とは逆に、海塩は人の健康にプラスの作用をもたらすことが考えられ、飛塩量と人の健康あるいは沖縄県における地域別長寿者数と飛塩量との関係も解明の急がれる研究課題である。以上のようなことから、筆者らは、工学、農学、及び医学の研究者からなる学際的な研究プロジェクトを組み、飛塩が沿岸環境に与える影響の研究を進めている。本研究は、その一環として実施した飛塩量の現地観測により、その分布特性についての検討を行う。

2. 現地観測位置及び観測方法

現地観測は、図-1に示すように、沖縄本島の西海岸（宜野湾海岸）にて行った。飛塩量の観測は、当海岸の法線が北東を向いていることから、主に北東よりの風を対象としておこなった。観測点は、風向と同じ直線上に配置した。各観測点の海岸からの距離及び平均海面よりの水準高を図-2に示した。観測点①は、消波ブロックを有する護岸上にあり、観測点②は、護岸背後の水叩き直後である。観測点③～⑦は、運動公園内にあり、観測点から100m以内には風を遮る障害物の無いような場所である。観測点⑧～⑨は、住宅地域内にあり、観測点⑧は風に対する障害物の殆どない公園内に、観測点⑨は琉球大学工学部ビルの屋上に位置する。測点番号⑨で示す琉球大学は、沖縄本島を横断する測線上で一番高所に位置している。

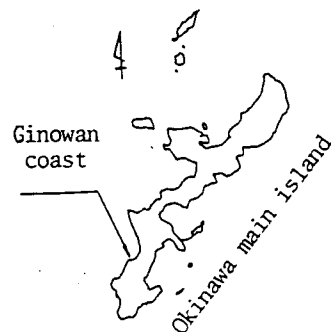


Fig. 1 Location of the Field observation

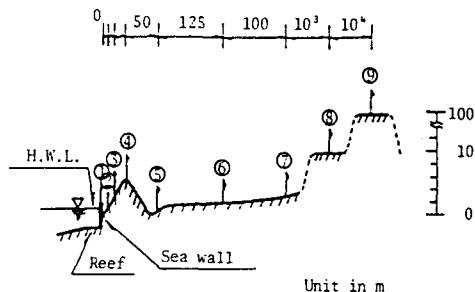


Fig. 2 Location of the measuring points

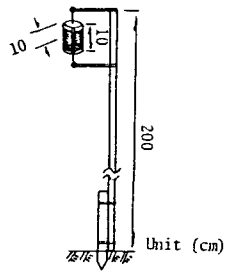


Fig. 3 Set up of the Sampler for sea-salt particles

飛塩の採取には、図-3に示すような装置を用いた。採塩器としては、図に示すように、直径10cm、高さ10cmの円筒にガーゼを巻いたものを用いた。採塩器は、地上より2.0mの位置に固定した。飛塩量は、各測定点に3時間放置した後のガーゼを回収し、それを50℃、200mlの蒸留水中でカクハンした後、電導度計を用いて測定した。図-4は、電導度計による飛塩量のキャリブレーションを示している。図示のとおり、電導率と飛塩量との関係は良好な直線関係にあり、電導度計を用いて飛塩量を測定し得ることがわかる。風向及び風速は、中浅式風向風速計を用いて、採塩器と同じ高さの位置で測定した。

3. 観測結果

本研究では、飛塩量に対して、潮位、来襲波の諸元、風向・風速、及び海岸地形の空間的特性が及ぼす影響の解明などを主な目的とするが、以下においては、上記の風向・風速及び海岸地形による飛塩量の変化を検討することとする。

図-5は、各測点位置での飛塩量と風速との関係を示している。図中、実線は浜田らによる経験式を示しており、破線は観測値を近似する直線である。図示のとおり、風速と飛塩量とは、観測点⑤にお

るデータを除いて、破線で示す直線でほぼ近似され、飛塩量と風速の大きさが指数関数の関係にあることがわかる。観測点①の○で囲んだデータにバラツキが認められるが、これは、護岸前面の消波ブロックに衝突・碎波した波の水滴がガーゼに付着したことに基づいている。また、観測点⑤のデータが他の観測点の値と大きく異なるのは、この位置が図-2に示す土手の後流域に当り、風速及び風向が乱れていることによるものである。

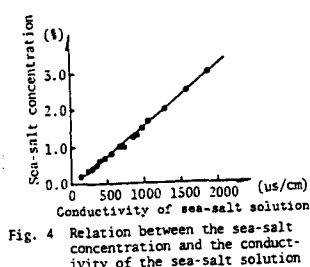


Fig. 4 Relation between the sea-salt concentration and the conductivity of the sea-salt solution

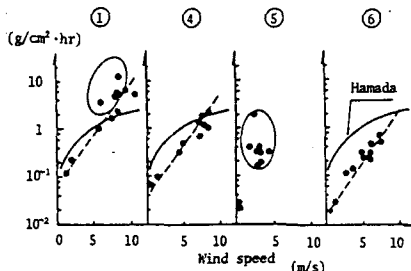


Fig. 5 Relation between the mass of sea-salt and the wind speed

図-6は、飛塩量の汀線位置からの距離による変化を示している。図(a)は、比較的风速が大きく、平均風速(U)が約5.2m/sの場合であり、図(b)は平均風速が小さく1.0m/s程度の場合に対応している。図中の実線は、浜田らの観測結果を示している。図示のとおり、観測値は、ほぼ直線で近似される。しかしながら、近似直線の勾配は、風速によって変化しており、飛塩量の空間的な分布特性の評価は、風速と海岸からの距離を含んだ何等かの無次元パラメーターで行う必要がある。

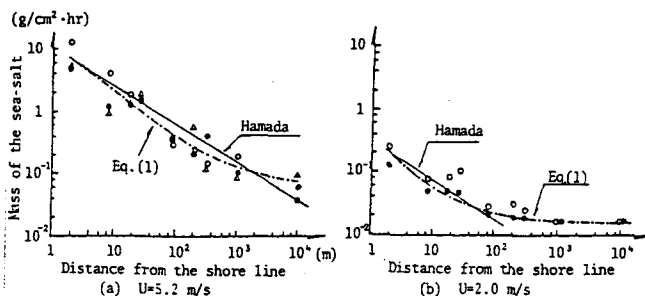


Fig. 6 Change of the sea-salt mass with the Distance from the shore line

飛塩量の空間的な分布特性には、飛塩粒子の降下速度(w)、拡散係数(K)、風速分布(U)、空間形状(l)などの物理量が関係しているものと考えられる。このような基本物理量を基に、飛塩量を規定するパラメーターの一つを推定すると、 $\xi = w^2 l / K U$ なるパラメーターを得る。しかし、本研究においては、飛塩粒子の降下速度及び拡散係数の見積りが困難であることから、上述のパラメーターから、これらの項を落し、新たに $\xi = \sqrt{gl} / U$ なるパラメーターを用いることとする。また、この無次元パラメーターを用いて、飛塩量の空間分布算出式として、次式を仮定する。

$$C = A \cdot \exp(-D \cdot \log \xi) + C_{\infty} \quad \text{--- (1)}$$

ここに、 C : 海岸より l m離れた地表面付近の飛塩量、 C_{∞} : 海岸より十分離れた距離における飛塩量(これは、海洋から飛来する海塩のエアロゾル量を意味する)、 A : 汀線付近の飛塩量と C_{∞} との差で与えられる飛塩量、 D : 物理的には、拡散係数及び海塩粒子の降下速度の関係を意味する係数である。

図-7は、パラメーター ξ によって、飛塩量を整理したものである。図示のとおり、観測値は、風速の大きさによらず、パラメーター ξ で統一した整理がなされており、破線で示す直線によって近似されることがわかる。図中の破線の傾きは、式(1)中の係数 D を与えることになり、飛塩量の空間的な分布が式(1)を用いて求められることになる。その計算結果を、図-6に一点鎖線で示してある。計算値と観測値とは、比較的一致しており、式(1)の妥当性が示された。

4. おわりに

本研究においては、現地観測により、飛塩量の空間的な分布特性の検討を行った。その結果、飛塩量-風速・風向-空間スケールとの関係を明かにし、飛塩量の空間的な分布特性を与える算定式の提案を行った。今後、来襲波の諸元をも含めた飛塩量特性の把握が必要である。

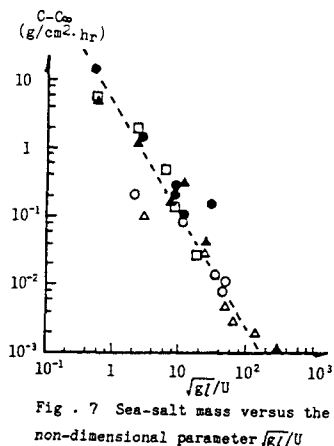


Fig. 7 Sea-salt mass versus the non-dimensional parameter $\sqrt{gl}/U$