

琉球大学学術リポジトリ

マングローブ群落の潮の干満に伴う泡やコロイド状浮遊物および表層堆積物の特徴

メタデータ	言語: 出版者: 琉球大学農学部 公開日: 2008-02-14 キーワード (Ja): マングローブ群落, 泡, 浮遊物, 腐植, 表層堆積物, 一次鉱物 キーワード (En): mangrove forest, foam, floating materials, humus, surface sediment, primary mineral 作成者: 渡嘉敷, 義浩, 金城, 民明, 佐藤, 一紘, 志茂, 守孝, Tokashiki, Yoshihiro, Kinjyo, Tamiaki, Sato, Kazuhiro, Shimo, Moritaka メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/3716

マングローブ群落の潮の干満に伴う泡やコロイド状 浮遊物および表層堆積物の特徴

渡嘉敷義浩・金城民明・佐藤一紘・志茂守孝

Yoshihiro TOKASHIKI, Tamiaki KINJYO, Kazuhiro SATO,
Moritaka SHIMO: Characterization of the foam and the colloidal
floating materials transported by the ebb and flow of the
tide and the surface sediments in the mangrove forest

キーワード: マングローブ群落、泡、浮遊物、腐植、表層堆積物、一次鉱物

Keywords: mangrove forest, foam, floating materials, humus,
surface sediment, primary mineral

Summary

It is known that mangrove swamp and forest play an important role in the conservation of national land, the preservation of environment and ecosystem in coastal area. There was few information on a characteristic of the colloidal floating materials regarding to a formation of the surface sediment in mangrove forest. The purposes of this investigation were to characterize of the foam on flood tide, the colloidal floating materials on ebb tide and the surface sediment in each of the day- and night-time in mangrove forest around Fukito river at Ishigaki island.

As for the floating materials transported by the ebb and flow of the tide, there was a tendency that origin of the sediment in nearby the river mouth differed with the sediment in nearby the mid- and upper-stream of the river. The floating materials were finer in particle size and higher in humus content in the mangrove forest than in the river, respectively. The results showed that the surface sediment at before and after the ebb and flow of the tide were characterized with a formation of clay film on the sediment, the particle size was coarser and the contents of inorganic carbon, aragonite and calcite minerals were higher in the inside of the mangrove forest in comparison with the edge of the river. The humus content of the surface sediments was highest at the edge of the mangrove forest nearby the river and

琉球大学農学部生産環境学科

本研究の一部は、平成5～6年度文部省科学研究費補助金（一般研究（C）、課題番号05660076）の助成を受けた。

琉球大学農学部学術報告 44 : 281～290 (1997)

higher in the day- than night-time. The floating materials nearby the surface sediments were highest in the inside of the mangrove forest decreasing in order of the edge of the river from the edge of the mangrove forest and slightly higher in the night- than day- time. As for the foam on flood tide and the colloidal floating materials on ebb tide, humus content of the latter was remarkable higher than the former, and both humus content were higher in the day- than night-time.

According to the results, it was suggested that living of the organisms nearby the surface sediment were active in the day-time and in the inside of the mangrove forest, and organic matter was increased by the activities of the organisms. It was also suggested that a lot of organic matter at the edge of the mangrove forest have a great influences on the transportation and sedimentation processes of the colloidal floating materials transported by the ebb and flow of the tide in the mangrove forest.

緒 言

マングローブ群落は陸域と海域との境界域にあって、両生態系のほぼ中間に形成されている。そのような群落は、海域汚濁防止機能や沿岸生物の涵養機能等の他、木材資源や水産資源の涵養、環境や国土の保全等、多くの重要な機能を有することが知られている³⁾。

先に著者ら⁴⁾は、湿潤性亜熱帯気候と島嶼性の環境条件下にある沖縄県石垣島、吹通川河口の海中や河川中の表層堆積泥、同流域における干潮後のマングローブ群落内の表層堆積泥、および陸地側の表層土壌の理化学性や鉱物性を調べ、それらの内容や特性について明らかにした。そして、マングローブ群落内では、陸域や海域側の流入土砂粒子や有機物等が、潮の干満や波浪の影響を受けて攪拌・混合・拡散され、表層堆積泥として次第に集積することが推察された。

ここでは、前報⁴⁾と同じ吹通川流域のマングローブ群落内で、昼間や夜間の潮の干満に伴って流入・流出する河川水中の浮遊物、また河川の縁やマングローブ群落の縁、群落内部での表層堆積物とその周辺の浮遊物、および上げ潮時の堆積物表面に発生する泡や下げ潮時の水面上の浮遊物等について、それぞれの内容や特徴を調べる目的で行った。

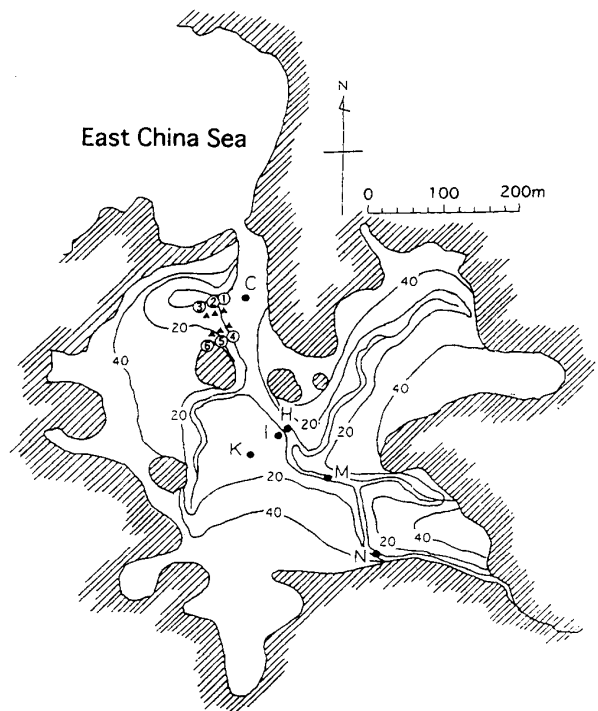


Fig.1. The location of samples collected in the mangrove forest around the Fukito river in Ishigaki island. C~N、①~⑥ : location of the sample collected. (See 4th in Reference)

供試試料

吹通川流域およびマングローブ群落の広さや幅、奥行き等の調査地の概要は前報⁴⁾で示したが、同群落の広さの10%を河川部分が占めている (Fig. 1)。なお、図中の斜線部分は陸地や丘陵部分を示し、丸印で囲って無い数字を含む曲線は等高線で、マングローブ群落内部の起伏地形の形状や高さ (cm) を示している。

潮の干満に伴った水中の浮遊物試料は、広口プラスチック瓶 (直径8.5cm, 深さ24.5cm) の採水器を、5地点 (C, H, I, K, M, N) に2個ずつ設置して採水した (Fig.1)。その際、河川中の河口から上流に至る流水路 (C, H, M, N) の中央部では、採水器の開口部を最大干潮時の水位面より1cm高くし、流水路と群落間 (I) および群落内部 (K) の両地点では、その開口部を表層堆積物の表面より10cm高くして設置した。採水は、お昼頃の干潮時から満潮を2回挟む翌日のお昼過ぎの干潮時まで、計25時間行った。採水試料中の浮遊物は、補集フィルターで減圧濾過して採集し、室温乾燥して分析に供試した。

満潮前後の表層堆積物試料と同周辺の浮遊物試料は、満潮を挟む昼夜の時間帯に、①～⑥地点で各試料を採取した (Fig.1)。河川の縁 (①, ④)、群落の縁 (②, ⑤) および群落内部 (③, ⑥) の各試料採取地点の様子を写真 (Fig.2, A～C, Fig.3, A) でそれぞれ示した。表層堆積物試料は、手製のプラスチック製円筒採土器 (直径3cm, 長さ2.5cm) を表層面に垂直に押し込んで採取した後、直径のほぼ等しい木棒で厚さ5mmの表層土を押し出して下層面をナイフで切除し、いずれの地点でも5個ずつ採取した。試料採取は、満潮後の夜間の干潮に向かう午後10時と満潮に向かう午前3時の2回と、その満潮後の昼間の干潮に向かう午前10時と満潮に向かう午後3時の2回の、計4回行い、真空凍結乾燥したのを供試した。各表層堆積物周辺の浮遊物は、表層面にプラスチック製シャーレ (直径8.8cm, 深さ0.9cm) をいずれも10個ずつ固定して採集した (Fig.3, B)。その試料採集は、満潮後の夜間の干潮に向かう午後10時と、その満潮後の昼間の干潮に向かう午前10時との計2回行い、いずれの試料も真空凍結乾燥した

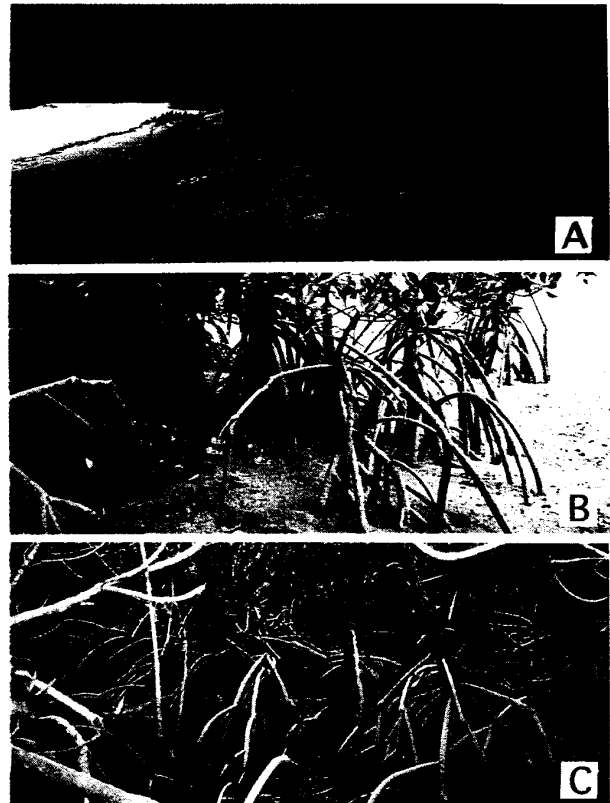


Fig.2. Photographs of the location of the samples collected in the mangrove forest.

A: the edge of the river, B: the edge of the forest, C: the inside of the forest.



Fig.3. Photographs of the location nearby the river mouth and traps of the floating materials.

A: nearby the river mouth, B: traps of the floating materials nearby the surface sediment.

のを供試した。

一方、表層堆積物の表面では、上げ潮に伴って泡の発生する様子が観察され (Fig.4, A), それらの泡をすくって分析に供する程度の量を採集した。その採集は、夜間の満潮に向かう午前3時と、その後の昼間の午後3時との計2回行い、いずれの試料も真空凍結乾燥したのを供試した。

また、満潮後の下げ潮に伴って流出する水面上では、粘質様のコロイド状浮遊物が観察され (Fig.4, B), それらの浮遊物をすくって分析に供する程度の量を採集した。その採集は、夜間の干潮に向かう午後10時と、その後の昼間の午前10時との計2回行い、いずれの試料も真空凍結乾燥したのを供試した。

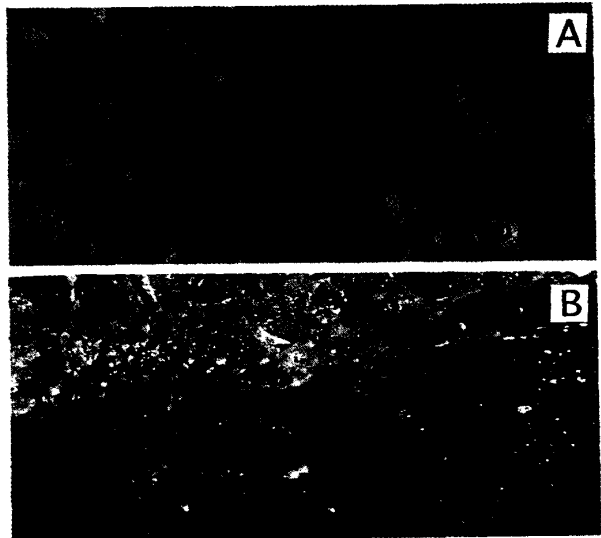


Fig.4. Photographs of the foam on flood tide and the colloidal floating materials on ebb tide.
A: the foam, B: the colloidal floating materials.

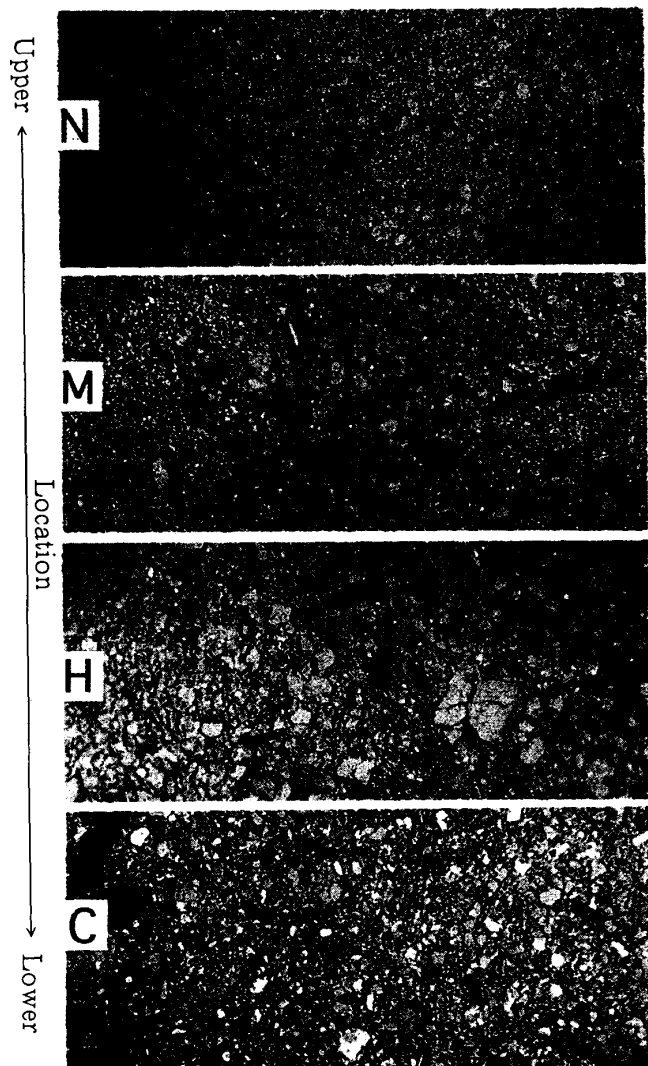


Fig.5. Microphotographs ($\times 65$) of the floating materials in the river water.
C, H, M, N: location in the river.

分析方法

室温で乾燥した補集フィルター上の水中浮遊物試料は、軽くほぐして混合し、顕微鏡用スライドガラス上で試料面を平らにし、カメラ付き実体顕微鏡 (Leica, 3MZ) で観察し、65倍で写真撮影を行った。撮影後の各試料はさらに軽くほぐし、網目 $>2\text{mm}$, $2.0\sim 1.0\text{mm}$, $1.0\sim 0.5\text{mm}$, $0.5\sim 0.25\text{mm}$, $<0.25\text{mm}$ の組篩で5画分の粒径に分けて重量 (%) を求めた。その後、各試料ごとに5画分を混合してメノウ乳鉢で粉碎し、粒径 0.25mm 以下の粉末試料を調整した。その粉末試料に乱方位法¹⁾を適用し、X線回析図の主要回析線によって一次鉱物組成の同定を行い、各鉱物の回析線強度によって含有割合も求めた。また、同粒径の粉末試料では、小坂・本田・井積法²⁾の湿式分解重量法を適用して、酸液との加熱分解で発生する炭酸ガス重量から全炭素含量や有機態炭素含量をそれぞれ求めた。そして、両炭素含量の差から無機態炭素含量を求め、腐植含量は有機態炭素含量に1.724, CaCO_3 含量は無機態炭素含量に8.3334の係数を乗じて求めた。

真空凍結乾燥後の昼夜別の各表層堆積物試

料は、そのまま崩さずに試料の上部面と下部面を観察して400倍で写真撮影を行い、その撮影後の各試料を軽くほぐした試料でも観察して65倍で写真撮影を行った。写真撮影後の各試料は、先の中浮遊物試料と同様の方法で、5画分の粒径含量、一次鉱物組成、腐植含量およびCaCO₃含量を求めた。また、表層堆積物周辺の浮遊物、上げ潮時の表層堆積物表面の泡、および下げ潮時の水面浮遊物はいずれも、先と同様の方法で腐植含量だけを求めた。

結果および考察

1. 潮の干満に伴った水中浮遊物

潮の干満に伴った水中浮遊物の軽くほぐした試料では、流水路中の河口付近に近いC地点で、サンゴ片やケイソウ類等の白色破片が著しく多く観察され、他の地点ではそれらが少なくなった (Fig.5)。上流の陸地側に近い程、白色破片の量は少なくなる傾向が観察され、河口付近に近い地点は、上げ潮による海浜由来の浮遊物の影響を受け易いことを示唆した。また、流水路の中央付近で支流の合流する下流側のH, M地点では、他の地点よりも植物根等の多い特徴が観察された。そして、群落内部の浮遊物中にも植物根等の有機物の多い特徴が見られ (Fig.6), それらの供給源が群落内部にあることを示唆した。他方、最上流部のN地点のは、ほとんど土粒子だけで植物根等の有機物はほとんど見られなかった。

これらの水中浮遊物の粒径分布 (Fig.7) では、河口付近に近いC地点や陸地側に近いN地点で、他の2地点より粒径0.25mm以下の割合が90%以上と多い特徴を示した。流水路の中央に近いH, M地点では同粒径の粒子割合も多いが、0.5~0.25mmの粒子割合が30~40%と多い特徴を示した (Fig.7, A)。また、群落内部のIとK地点では、H地点よりも粒径0.25mm以下の粒子割合が高く、流水路中のいずれの地点よりも高い値を示した (Fig.7, B)。この傾向は、群落中の内部ほど細粒の浮遊物が移動・流入することを示唆している。

潮の干満に伴った水中浮遊物のCaCO₃含量は、河口部に近いC地点で最も高く、陸地側のN地点ほど徐々に減少する傾向が認められた (Fig.8, A)。また、腐植含量はC地点の河口部付近で最も低く、支

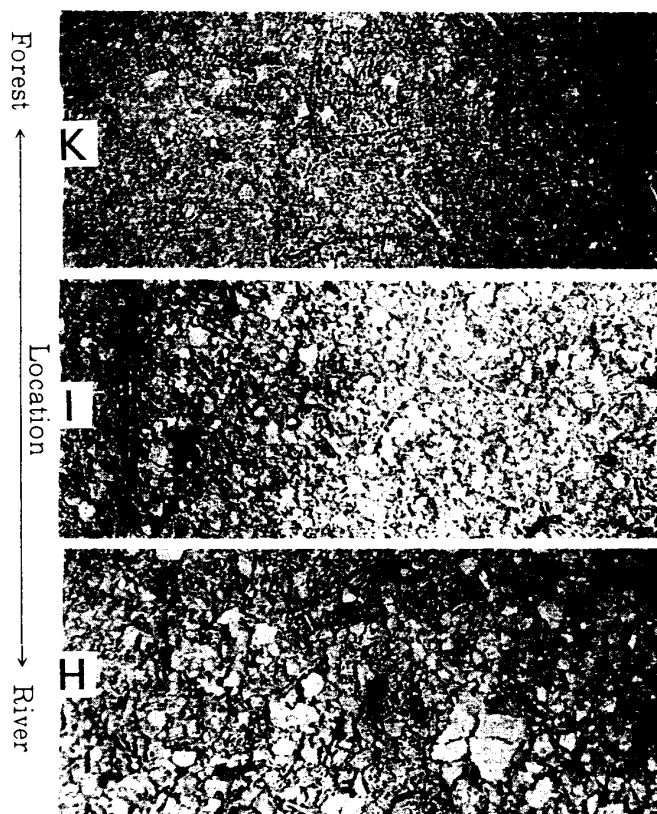


Fig.6. Microphotographs (×65) of the floating materials in the river water in the inside of mangrove forest.
H : location in the river.
I, K : location in the forest.

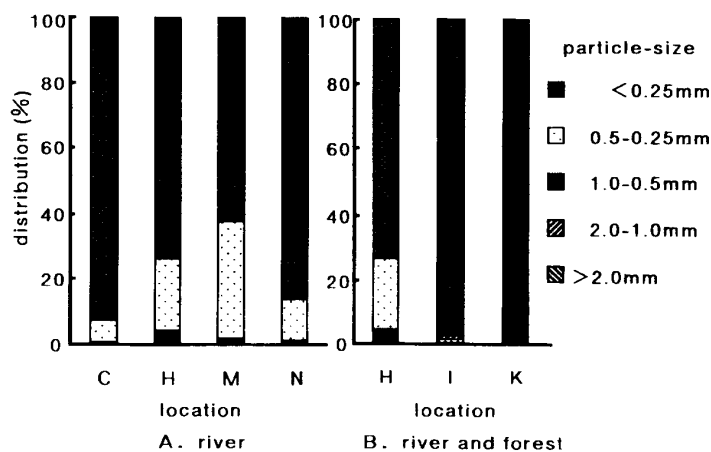


Fig.7. Particle-size distribution of the floating materials in the river water in the mangrove forest.

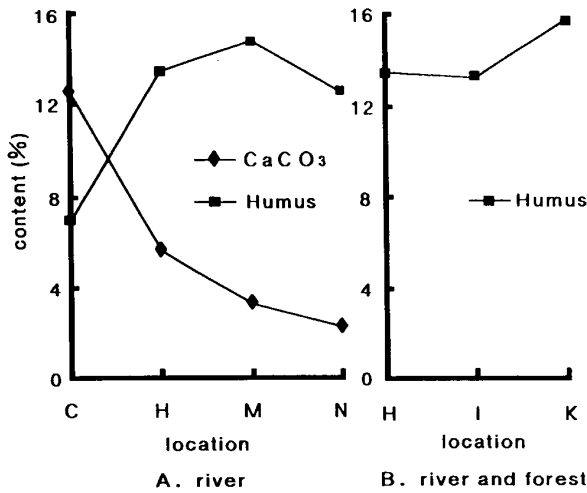


Fig.8. Humus and CaCO₃ contents of the floating materials in the river water in the mangrove forest.

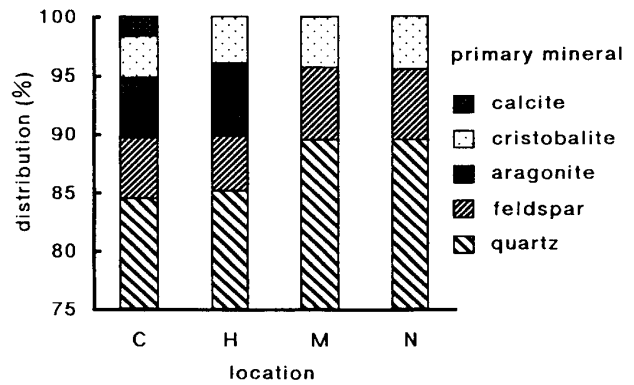


Fig.9. Primary mineral composition of the floating materials in the river water in the mangrove forest.

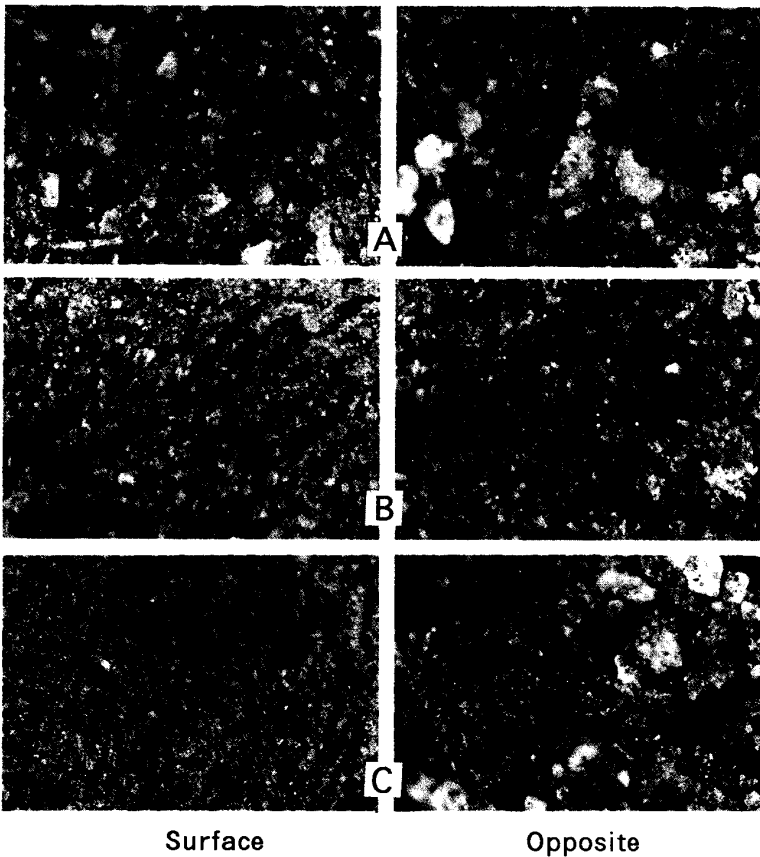


Fig.10. Microphotographs (×400) of the surface and the opposite of the surface sediments (day-time) without loosening in the mangrove forest.

A: the edge of the river, B: the edge of the forest, C: the inside of the forest.

流の合流する中央部付近のHやM地点、上流のN地点で高い値を示した。そして、群落内部のI地点ではH地点の腐植含量に近似し、群落内部のK地点では両地点よりも高い値を示した (Fig. 8, B)。これらの傾向は、先の顕微鏡で観察されたサンゴ片やケイソウ類等の白色破片がCaCO₃含量として検出されたものと考えられる。また、植物根等の有機物が多く観察された各地点では、いずれも腐植含量の高い値を示し、先の観察結果に一致した。なお、群落内部の試料は採取量が少なく、CaCO₃含量と一次鉱物組成の分析が出来なかった。

潮の干満に伴った水中浮遊物の一次鉱物組成には、かなり明瞭の差異が認められた (Fig.9)。いずれの地点の浮遊物にも石英、長石、クリストバル石が含まれ、比較的の上流側に石英含量が高い傾向を示した。それらの鉱物に加えて、河口付近に近いC地点ではあられ石と方解石、下流寄りのH地点では方解石が含まれた。これらの傾向は、河口付近に近いほど海浜由来の炭酸塩鉱物が多く、上

流側や群落内部への浮遊物の移動は容易でないことを示唆した。しかし、平常時には移動しにくい浮遊物も、時節によっては強い風雨や波浪の影響を受けて、上流側や群落内部に移動することが考えられる。

2. 表層堆積物と同周辺の浮遊物

厚さ5mmの真空凍結乾燥後の表層堆積物は、河川の縁、群落の縁、群落内部の各地点間で、上側の表面とその裏面の様子がいずれもかなり異なった (Fig.10)。これらの特徴は、採取時間や昼夜間の違いに関わらずほとんど類似したので、昼間の干潮に向かう午前10時の採取試料で、上流側の④、⑤、⑥地点のを代表で示した。

表層堆積物上側の表面は、河川の縁では比較的粗粒の砂質状で粗く、群落内部では細粒の粘土質状で細かく、群落の縁ではむしろ両者の後者寄りの特徴を示した (Fig.10)。また、下側の裏面ではいずれの地点も粒径は粗く、3者間の特徴の違いがあまり見られなかった。これらの観察から、表層堆積物の極く薄い上側の表面は、河川の縁よりも群落の縁や群落内部に行くほど、微細粒子が主体の薄い粘土質皮膜の被覆物が発達していると考えられる。

表層堆積物を軽くほぐした試料では、採取地点の違いによる特徴が認められた。しかし、先の表層堆積物の表面に見られた傾向とは逆に、軽くほぐした試料では、河川の縁よりも群落内部に行くほど粗粒状の粒子の多くなる傾向が見られた (Fig.11)。これらの傾向は、風雨や波浪によって粗粒子群が群落内部に運搬・流入・移動され、群落内部の植物根等による流動抑制が繰り返され、表層堆積物の標高が次第に高まることを示唆すると思われる。また、ほとんどの白色粗粒子は、貝殻片、サンゴ片、ケイソウ類等を示した。これらの粗粒子は、先の中水浮遊物 (C地点) のにかなり類似する特徴を示した。

表層堆積物を軽くほぐした試料の粒径分布の特徴は、群落内部のに比べて河川や群落の両縁では、いずれも粒径0.25mm以下の画分が多く、両縁間でかなり類似した (Fig.12)。群落内部では、5画分中の細粒部分 (粒径0.5mm以下) に加えて、他の画分もそれぞれ約15%づつ含まれ、他の2地点とはかなり異なった。ここでの特徴は、先の観察結果 (Fig.11) にも一致した。これらの傾向は、下流と上流の地点別および昼夜間別の他の各表層堆積物でも、ほぼ同様に認められた。

一方、粉碎した表層堆積物のCaCO₃含量 (Fig.13) は、河川の縁では夜間と昼間のいずれもほぼ同量含まれ、下流側の方が上流側より若干多く22%ほど含まれた。また、群落の縁では夜間の方が昼間よ

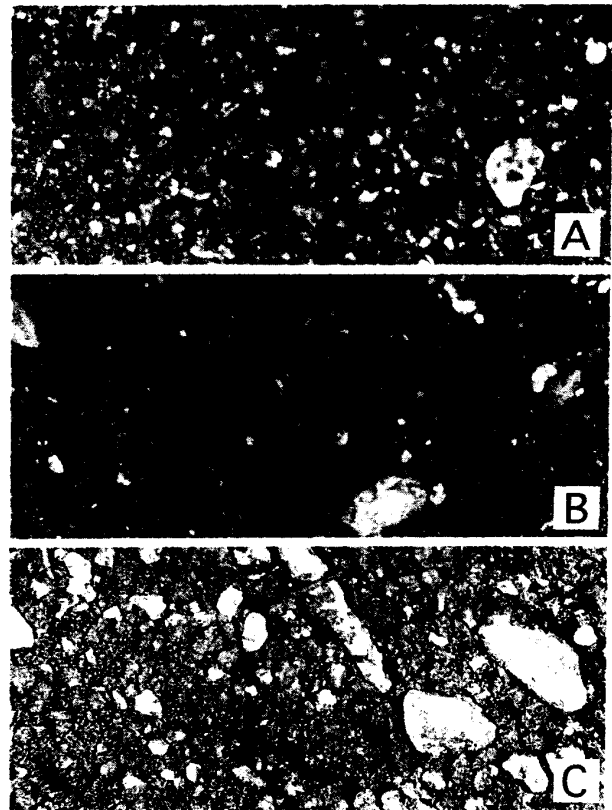


Fig.11. Microphotographs (×65) of the surface sediments (day-time) with loosening in the mangrove forest. A: the edge of the river, B: the edge of the forest, C: the inside of the forest.

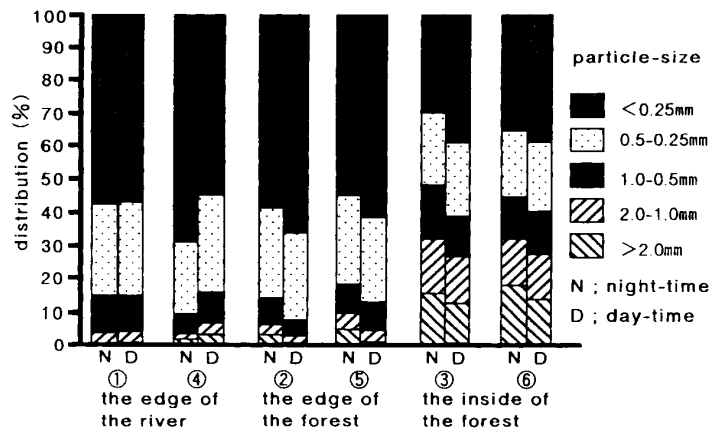


Fig.12. Particle-size distribution of the surface sediments of each night- and day-time in the mangrove forest.

りやや高く、下流側と上流側とではほぼ同量の傾向を示し、先の河川の縁の上流側での値に近似した。群落の縁で昼夜間別の含量に差異が見られるのは、昼夜間に活動する生物等の違いや他の要因による影響が考えられる。群落内部での含量は3地点中で最も高く、河川の縁の下流側より約2倍高い値を示し (Fig.13), 夜間と昼間, 下流側と上流側のいずれもほぼ同様の傾向を示した。これらは、先の軽くほぐした試料中に見られた海浜由来の白色混入物 (Fig.11) による影響が考えられる。

また、同粉碎試料の腐植含量は、各地点別にかなりの変化が認められた (Fig.14)。群落の縁の腐植含量は9%前後を示して最も高く、河川の縁のはほぼ4%で最も低く、群落内部のは両者のほぼ中間値をそれぞれ示した。これらの特徴は、マングローブ群落の縁付近に腐植物質が堆積し易いことを示唆している。また、群落の縁の腐植含量が昼間に若干高いのは、夜間より昼間に生物活動が活発に行われ、分泌物や排泄物や遺体等が増加することによっても考えられる。そのような群落の縁付近では、潮の干満に伴って流入・流出・移動する腐植物質が、土砂粒子や有機物等を接着して流動を抑制し易く、表層堆積物として浮遊物類を次第に堆積させることが考えられる。群落内部では、腐植含量が下流側の方で上流側より若干高い値を示し、表層堆積物間の内容の差異を示唆した。

表層堆積物周辺で採集した浮遊物の腐植含量は、表層堆積物のそれとはかなり異なる特徴を示した (Fig.15)。すなわち、浮遊物の腐植含量は河川の縁では3地点中最も低く、夜間が昼間より、上流側が下流側よりそれぞれ若干高い傾向を示した。群落の縁ではほぼ中間の8%前後で、上流側が下流側より若干高く、昼間と夜間で量的に若干異なる傾向を示した。群落内部では、浮遊物の腐植含量は最も高く、河川の縁と同様に夜間が昼間より若干高く、他の2地点と異なり下流側が上流側よりかなり高い傾向を示した。また、上流側の群落内部では、昼間の浮遊物の腐植含量は群落の縁付近のほぼ近似する特徴を示した。これらの傾向や特徴は、潮の干満に伴って流入・流出・移動する浮遊物の内容を反映して、腐植物質の供給源が群落内部にあることを示唆していると思われる。

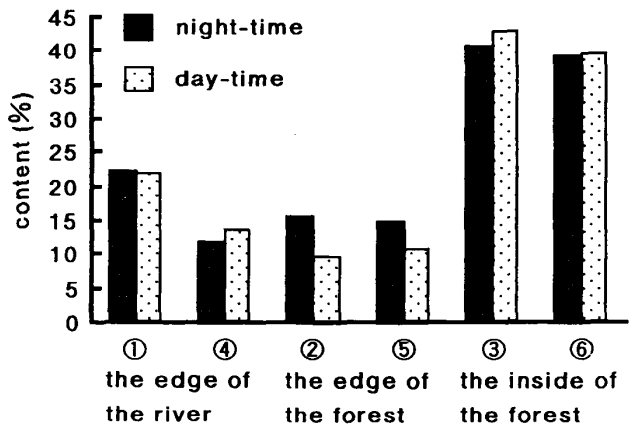


Fig.13. CaCO₃ content of the surface sediments of each night- and day-time in the mangrove forest.

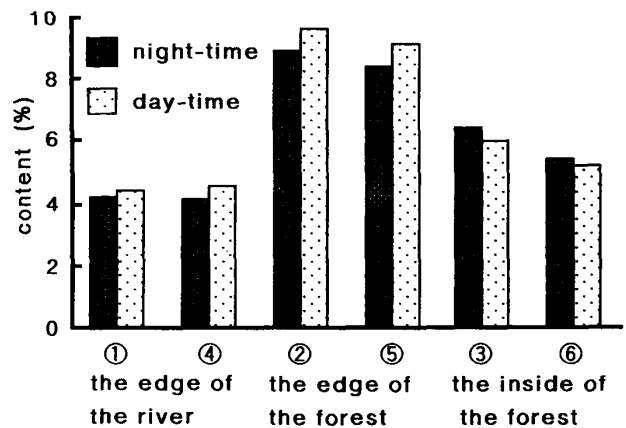


Fig.14. Humus contents of the surface sediments of each night- and day-time in the mangrove forest.

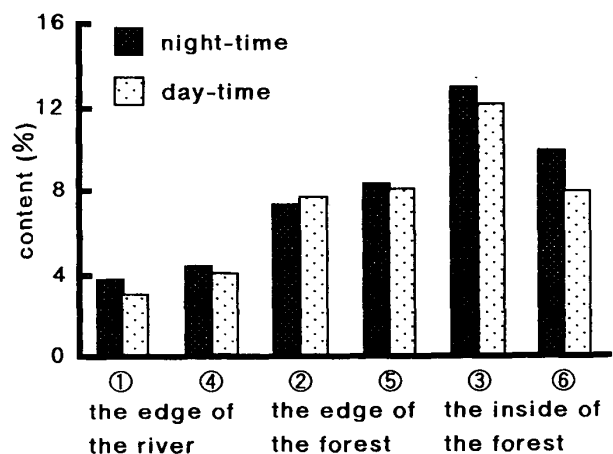


Fig.15. Humus contents of the floating materials nearby the surface sediments of each night- and day-time in the mangrove forest.

一方、各表層堆積物の一次鉱物組成は、群落内部と河川や群落の両縁では、特に石英とあられ石含量が異なる特徴を示した (Fig.16)。いずれの表層堆積物にも石英が70%以上含まれ、その他に長石、あられ石、方解石が異なる量で随伴した。しかし、クリストバル石の有無だけは地点によって異なった。群落内部では、他の地点より石英含量が少なくあられ石含量が高く、上流側の夜間のは方解石も高い値を示した。群落内部の夜間の表層堆積物は、下流側と上流側のいずれもクリストバル石を含まなかった。これと同様の結果は、河川の縁の夜間の下流側でも見られた。全般的に、各表層堆積物の一次鉱物組成には差異が認められ、表層部分では、潮の干満や波浪等による各鉱物粒子の運搬・流入・移動の影響を受け易いことが示唆された。

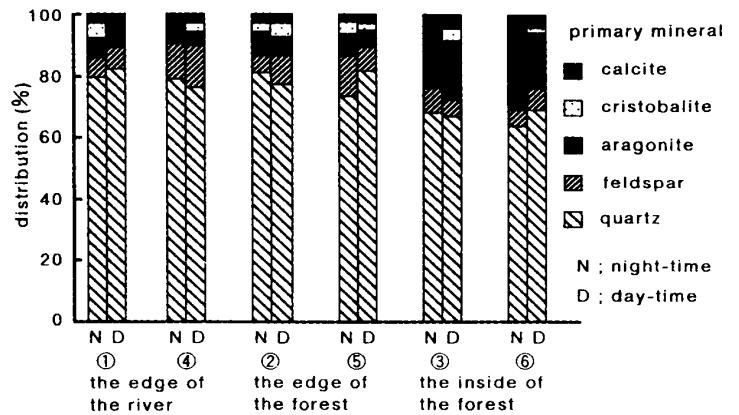


Fig.16. Primary mineral composition of the surface sediments of each night-and day-time in the mangrove forest.

3. 上げ潮の泡および下げ潮の水面浮遊物

上げ潮時の泡と下げ潮時の浮遊物の腐植含量は両者間で著しく異なり、夜間と昼間でもかなり異なる特徴を示した (Fig.17)。すなわち、表層堆積物表面に発生する泡の腐植含量は、夜間で約10%、昼間でその約4倍程度を示した。他方、下げ潮時の水面浮遊物の腐植含量は、夜間で80%、昼間ではほぼ100%を示し、泡に比べて著しく高い特徴を示した。腐植含量が昼間に高い値を示すのは、小動物類や微生物類等の活動が昼間に活発に行われることによると考えられる。そして、下げ潮時のほとんど腐植物質からなる水面浮遊物は、土砂粒子や有機物等が潮の干満に伴って流入・流出・移動する過程で、表層の堆積作用に及ぼす影響が大きいと考えられる。

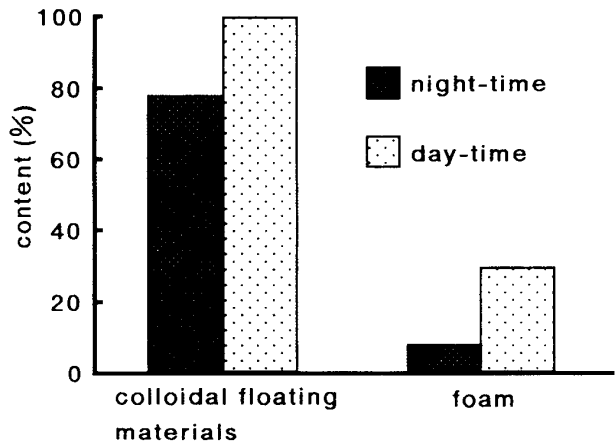


Fig.17. Humus contents of the colloidal floating materials on ebb tide and the foam on flood tide in each night-and day-time in the mangrove forest.

要 約

潮の干満の影響を受ける入り江や河口付近のマングローブ群落は、水産資源の涵養、環境保全や国土保全、生物生産等に大きな機能的役割を果たすと考えられる。しかし、上げ潮や下げ潮時にマングローブ群落内を流入・流出・移動し、表層堆積物の形成に関わるコロイド状浮遊物の特性や動態等については不明なことが多い。ここでは、石垣島の吹通川流域のマングローブ群落を選定し、潮の干満前後や昼夜間における表層堆積物およびコロイド状浮遊物の特徴を調べた。

潮の干満に伴う水中浮遊物は、河口付近ほど海浜由来、中流や上流付近ほど陸地由来の粒子類の多い

傾向を示した。また、それらの浮遊物は流水路より群落内部ほど粒径が細かく、腐植含量も高い特徴を示した。

潮の干満前後の表層堆積物は、表面に薄い粘土皮膜が形成され、河川の縁より群落内部ほど粒径が粗く、CaCO₃含量、あられ石や方解石の含量も多い特徴を示した。それらの腐植含量は群落の縁で最も高く、夜間より昼間に高い特徴を示した。表層堆積物周辺の浮遊物は、腐植含量が群落内部で最も高く、群落の縁、河川の縁の順に少ない傾向の他、昼間より夜間に若干高い傾向を示した。

上げ潮時の表層堆積物表面の泡と下げ潮時の水面浮遊物では、腐植含量が後者で著しく高く、いずれも夜間より昼間に高い特徴を示した。

これらのことから、昼間や群落内部では表層堆積物中や周辺の生物活動が活発で、それらに由来する有機物（腐植）の増加が示唆された。そして、群落の縁付近に多い有機物（腐植）は、水中や群落中の浮遊物が潮の干満に伴って流入・流出・移動・堆積する過程に大きな影響を及ぼすことが示唆された。

本研究を行うにあたり、適切な御助言や御協力をいただいた通商産業省工業技術院中国工業技術試験所、海洋利用研究室室長、肥後竹彦氏に感謝の意を表します。

引用文献

- 1, Brindley, G.W. and Brown, G. 1980 Crystal structures of clay minerals and X-ray identification, p346~356, London, Mineralogical Society
- 2, 土壤養分測定法委員会編 1976 炭素(小坂・本田・井積法), 土壤養分分析法, p127~135, 東京, 養賢堂
- 3, Field, C.D. 1995 Journey amongst Mangroves (Mangrove ecosystems) p56~63, Japan, ITTO and ISME
- 4, 渡嘉敷義浩, 金城民明, 佐藤一紘・志茂守孝 1996 マングローブ群落の表層堆積泥における理化学性と鉱物性, 琉球大学農学部学術報告, 43 : 89~98