

ミニシンポジウム マングローブ沿岸生態系における地球温暖化ガス収支

マングローブ生態系から潮汐により沿岸海域へ運搬される 微生物バイオマスの輸送フラックス

深見 公雄

高知大学農学部

Flux of the microbial biomass transported from mangrove ecosystem to coastal area

KIMIO FUKAMI

LAQUES, Kochi University, Nankoku, Kochi 783-8502, Japan

【はじめに】

マングローブ生態系は、貧栄養な熱帯・亜熱帯海域の中では比較的有機物の生産性が大きいことが指摘されており、多様な生物の生息場所になっているばかりか、地球温暖化の防止対策の一つとしてその炭酸ガス固定の潜在力が注目されている。¹⁾ マングローブでは地上部の樹木部分の生長のみならず様々な形で有機物が生産されており、それらの相当部分は溶存態有機物や落葉等の形態でマングローブ体外に放出されていると考えられる。一方、マングローブ繁茂林にはクリークを通じて大量の海水が潮汐によって出入りしており、引き潮時には様々な有機物がマングローブ生態系から外洋海域へ運搬されている。微生物バイオマスもそのひとつである。しかしながら、その動態に関してはほとんど知見が得られていない。

そこで本研究では、マングローブ生態系で生産・放出された有機物が細菌の細胞有機物にどれくらい転換され、外洋へ運搬されているかを明らかにし、炭酸ガス固定の潜在力を見積もる一助とすることを目的とした。

【方法】

1998年7月(夏季)・1999年3月(冬季)・2000年9月(夏季)・2001年11月(冬季)の合計4回、沖縄県石垣島の吹通川周辺海域において、また2001年3月(乾季)および8月(雨季)にタイ国トラット地方において、それぞれマングローブ群生地の河口域ならびに沖合にかけての測点より、海水を採取した。常法により細菌密度を直接計数したのち、石垣島の1998・1999年の試料については、顕微鏡観察における細胞の大きさにより20・30・40・50 fg-C/cellのいずれかの転換係数²⁾を用いてその炭素生物量を求めた。石垣島の2001年の試料およびタイの試料については、落射蛍光顕微鏡の画像をCCDカメラ(SenSys0400)に取り込んだのち、画像解析ソフト(IP Lab 3.2)を用いて平均細胞体積を求め、0.35 pg-C/ μm^3 の転換係数³⁾を用いて、それぞれ炭

素量を求めた。

【結果と考察】

石垣島吹通川河口域における細菌細胞密度は、夏季(2000年9月)で2.8~15(平均5.1) $\times 10^8$ cells/l、冬季(2001年11月)で5.0~20(平均11) $\times 10^8$ cells/lであった。またその時の炭素生物量は、夏季で7.0~44(平均19) $\mu\text{g-C/l}$ 、冬季で12~85(平均36) $\mu\text{g-C/l}$ であった。一方2000年9月に得られた沖合海域のデータによれば、細菌密度および炭素量はそれぞれ0.6~2.0 $\times 10^8$ cells/l(2~6 $\mu\text{g-C/l}$)と明らかにマングローブ生態系より低い値となっており、河口から沖合に向かうにつれて減少する傾向が観察された。

タイ国トラットのマングローブ河口域における細菌密度は、乾季で36~62(平均47) $\times 10^8$ cells/l、雨季で20~26(平均22) $\times 10^8$ cells/l、またその時の炭素生物量はそれぞれ33~151(平均79) $\mu\text{g-C/l}$ および50~62(平均54) $\mu\text{g-C/l}$ であり、乾季の方が明らかに細菌のバイオマスが高いという結果が得られた。それに対し、沖合海域の細菌密度は、乾季で8.5~21(平均13) $\times 10^8$ cells/l、雨季で17~29(平均23) $\times 10^8$ cells/l、炭素量はそれぞれ28~35(平均32) $\mu\text{g-C/l}$ および52~83(平均72) $\mu\text{g-C/l}$ であり、雨季の方が高い傾向にあった。このため乾季では、石垣島に見られたように、マングローブ生態系の微生物バイオマスが沖合海域よりも高く、かつ河口域から離れるにつれてバイオマスが減少する傾向が観察されたものの、雨季では両者の差がほとんどなくマングローブ生態系から沖合まではほぼ様な分布パターンとなっていた。

このように、石垣島や乾季のタイのマングローブ生態系の海水中に分布する細菌密度は沖合海域よりかなり高いことが分かった。このことは、マングローブ生態系で生産された有機物を利用して増殖した微生物のバイオマスは、河川水および潮汐によって沖合海域へ運搬されていくことを示唆するものである。一方雨季のタイでは、

河川の流量が乾季に比較して圧倒的に多く、マングローブ生態系で増殖した微生物バイオマスは大量の河川水により希釈されるため、試水の単位海水体積あたりの密度やバイオマスは乾季より低いものの、マングローブ生態系から沖合海域へ運搬される細菌のバイオマスは雨季の方がかなり多いことが予想された。今後河川の流量のデータが解析されれば、マングローブ生態系から沖合海域へ運搬される微生物バイオマスの見積もりが可能となり、乾季と雨季の違いも明らかになることが期待される。

石垣島およびタイのマングローブ生態系河口域において、潮汐に伴う細菌密度の日周変動を調べたところ、上げ潮時に減少し下げ潮時に増加するという明瞭な関係が観察された。このことは、上げ潮時に沖合のきれいな海水がマングローブ生態系に流入して微生物バイオマスを希釈するものの、上げ潮から下げ潮に移る間にマングローブの有機物を利用して微生物が増殖し、増加したバイオマスが下げ潮にのって沖合海域へ運搬されていることを強く示唆するものである。そこで1999年3月および2000年9月に石垣島吹通川河口部において得られた、下げ潮時における細菌生物量の増加速度のデータから、マングローブ生態系における細菌の生産速度を計算した。その結果、夏季では約 $3.5 \mu\text{g-C/l h}$ 、冬季では $1.6 \mu\text{g-C/l h}$ という値が得られた。この結果および吹通川河口域における平均の海水流出量（約 $3 \text{ m}^3/\text{s}$ ）を元に、細菌細胞有機物の形でマングローブ生態系から外洋

海域へ運搬される年間の炭素量を計算したところ、夏季で約 110 kg-C 、冬季で約 50 kg-C と見積もられた。

このように、マングローブ繁茂域で生産され海水中に放出された有機物のうち、溶存態の一部は、細菌類の増殖基質として取り込まれ、細菌菌体として潮汐により外洋海域に運搬されていくことが明らかとなった。今後、溶存態有機炭素濃度の日周変動や細菌による同化効率等に関するデータが得られれば、溶存態有機物の分解速度や微生物有機物への転換速度等が分かり、細菌細胞有機物の形でマングローブ繁茂域から外洋海域へ運搬される有機炭素のフラックスも明らかになろう。

謝 辞

本研究はNEDOおよびJOIAによる「マングローブ等熱帯沿岸生態系の温暖化ガス吸収・放出抑制量評価」研究費により実施された。ここに感謝の意を表す。

文 献

- 1) 鈴木 款 (編). 第3章. 海洋における有機物の生産, 海洋生物と炭素循環, 東京大学出版会, 東京. 1997; 48-61.
- 2) Fukuda R, Ogawa H, Nagata T, Koike I. Direct determination of carbon and nitrogen contents of natural bacterial assemblages in marine environments. *Appl. environ. Microbiol.* 1998; **64**: 3352-3358.
- 3) Bjørnsen PK. Automatic determination of bacterioplankton biomass by image analysis. *Appl. environ. Microbiol.* 1986; **51**: 1199-1204.