

潟口形状の人為的改変による潟湖の塩分濃度とマングローブ群落分布の変化

埼玉大学大学院 正会員 ○古里 栄一
ルフナ大学 T Priyadarshana
ルフナ大学 E.M. Weerakoon
ワヤンバ大学 G.A.H.S. Chathuranga
埼玉大学大学院 学生会員 G. L. Perera

1. 背景および目的

スリランカでは近年経済発展に伴い活発な社会資本整備が行われており、潟湖環境が激変しつつある (Priyadarshana et al. 2007). コッガラ潟湖はスリランカ全体で計 43 存在する沿岸潟湖の 1 つであり、南部主要都市のゴールから約 10km 東に位置する。本潟湖では河口砂州の除去や突堤建設によって沿岸漂砂動態の変化が近年生じ、潟口が常時開口するようになった。その結果、潟湖塩分が上昇し、淡水性の種が多かった潟湖内の動植物の多くが確認できなくなった。同時に流域水田の塩化や潟湖での漁獲量の減少が生じ、潟湖の生態系だけでなく自然資源に依存した地域経済に深刻な影響を与えている (Priyadarshana et al. 2007).

沿岸潟湖の生態系を特徴付ける重要な 2 要素として、水質としての塩分濃度と生態系基盤の植生としてのマングローブ群落が挙げられる。一般的にマングローブ植物は塩分濃度の環境勾配に応じて空間分布する。潟口部人為的改変は分布変化を引き起こす事が想定される。しかしながら、これまでに塩分濃度変化とマングローブ群落の潟湖周辺の分布変化を関連づけた例は見当たらない。本研究は、潟口改変前後のコッガラ潟湖を対象として、潟湖の縦断的な塩分濃度とマングローブの分布変化を明らかにする事を目的とする。

2. 調査方法

2.1. 対象潟湖の概要

コッガラ潟湖の流域面積は約 55 km² であり、このうち約 15% を潟湖が占めている。潟湖の水深は、1.0 から 3.7 m であり、淡水は潟湖北西部の 4 つの小河川から流入する (図-1)。潟湖の南東に位置する Pol-oya は唯一の流出河川であり、約 300 m の水路を通じてインド洋と接続する。本潟湖における人為的圧力は、潟口部の砂州除去 (1992 年) に加え、その後生じた国道橋の橋脚部の侵食抑制のための潟口外部での突堤建設 (1997 年および 2005 年) である (Priyadarshana et al., 2007)。潟湖の詳細は詳細は、既報 (古里ら 2013) を参照されたい。

2.1. 塩分濃度

対象潟湖における塩分濃度は、潟口開口前は既存データから、開口後については現地調査を実施して評価した。開口前の塩分濃度データは Silva (1996) による 1981 年から 1982 年にかけての調査結果唯一存在するのみであり、このデータを本論文では用いた。なお、本調査における詳細な調査地点は不明であったことから、潟湖内の縦断方向に均等な距離で実施されたものとして仮定して図 3 では示した。開口後については、複数の調査結果の総説から引用して用いた (Priyadarshana et al., 2007)。

2.2. マングローブ分布

マングローブの潟湖周辺の分布は、2013 年の秋季に現地調査に基づき評価した。格子法/センサスプロット (10m×10m) により、マングローブ種の被覆状況を、任意に選択したラグーン周囲の調査地点で確認した。計 40 地点で調査を行い、左岸側で 27、右岸側で 13 地点を設けて潟口から上流部までをカバーした。当該地点のマングローブ種を同定し、潟湖周辺の分布状況を評価した。

キーワード コッガラ潟湖, 突堤, オオバヒルギ, ロッカクヒルギ, ベニヤマブシキ

連絡先 〒338-8570 さいたま市桜区下大久保 255 埼玉大学大学院 TEL048-858-3561 E-mail: furusato@mail.saitama-u.ac.jp

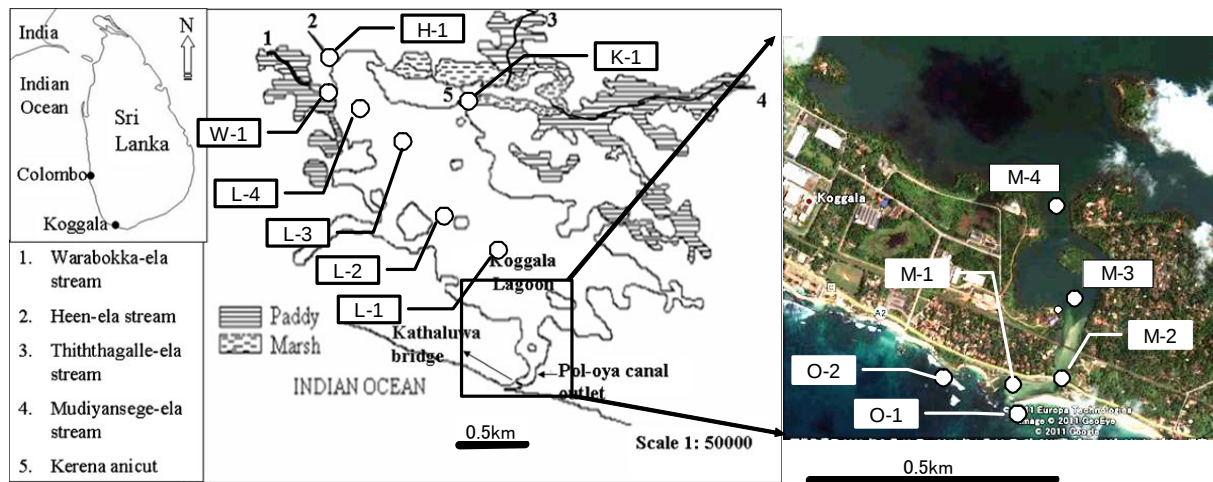


図1 コッガラ潟湖および潟口

3. 調査結果

図2に、コッガラ潟湖の塩分濃度の経年変化を、潟口部の人為的改変時期と合わせて示す。なお、バーは、当該年の季節および調査地点による変動幅を示す。複数の調査結果を用いたために、年によっては変動幅の情報が存在しないものもある。潟口改変前は平均的な塩分濃度は10pptであり、最高でも20pptを上回る事は無かった。これが、砂丘除去および突堤建設後は上昇し、2004年には20ppt以下の水塊が観測されなくなっていることがわかる。次に図3に塩分濃度の空間を開口前後のそれぞれについて示す。空間分布に着目すると、開口前は、潟湖内で塩分濃度が上流側ほど低い傾向があるのに対して、開口後は流入河川(W-1)を除くとほぼ全域で高い塩分濃度となっている。したがって、開口前のコッガラ潟湖は汽水から淡水レベルの塩分濃度に関する遷移的な環境であったのに対して、開口後は潟湖全域が海水に近いレベルとなっていることがわかる。これは、潟湖の植生に対して大きな影響を与える変化であると言える。

3.2. マングローブ分布

コッガラ潟湖周辺のマングローブ植物相を表1に示す(Jayatissa et al, 2002)。スリランカにおけるマングローブ植物は、20種が存在するが(Jayatissa et al, 2002)、コッガラ潟湖周辺では4科7種である。(Chathuranga et al. 2013)は、現状の潟湖周辺のマングローブ植物の分布状況を報告している。主たる構成種は、オオバヒルギ(*Rhizophora mucronata*)とロッカクヒルギ(*Bruguiera sexangula*)、ベニヤマブ

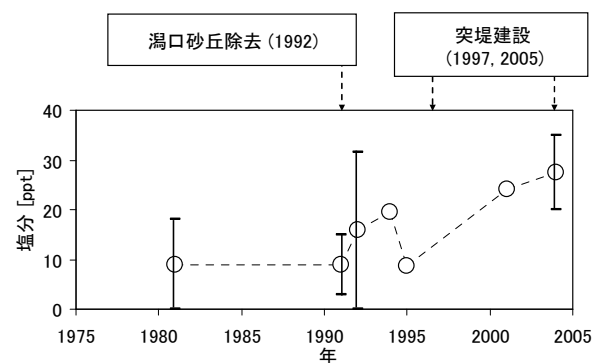


図2 コッガラ潟湖の塩分濃度の経年変化

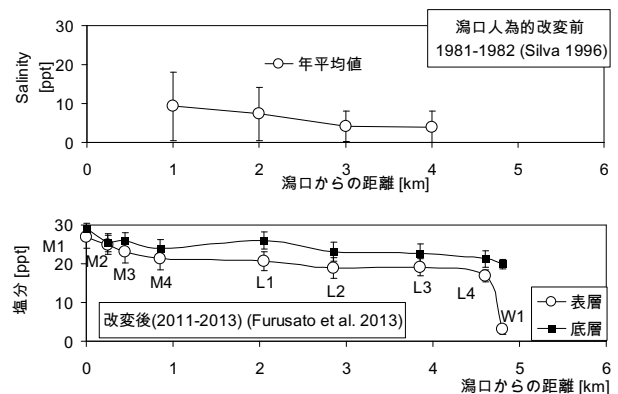


図3 コッガラ潟湖の潟口開口前後の塩分濃度の縦断分布

シキ(*Sonneratia caseolaris*)である。これらは潟湖の潟口エリアから流入河川水域まで、縦断的な分布をしていた。図3に示したとおり、コッガラ潟湖における塩分濃度は、潟口から流入河川までの縦断方向の分布が確認される。したがって、潟湖および潟口部の塩分濃度の環境勾配に応じて現在のマングローブの広域分布が生じていると評価される。このことから、潟口での人為的改変前後におけるマングローブ植物相の変化は、上記3種について検討するもの

とした。

図 4 に潟口改変前後の代表的マングローブ植物の分布状況について、*R. mucronata* (図 4(a)), *B. sexangula* (図 4(b))および *S. caseolaris* (図 4(c))について示す。これら 3 種は、潟口部の人為的影響前後で、それぞれ異なった分布変化が確認された。*R. mucronata* は開口前は潟口付近にその分布が限られていたが、現在は潟湖全域に分布域が拡大した。*B. sexangula* は、潟湖の中流

から上流部に分布しており、大きな変化は無いが、わずかに上流方向に向かい分布域が減少した。*S. caseolaris* は、開口前は潟湖全域に分布していたが、開口後は上流側に分布域が減少した。*R. mucronata* は高い塩分濃度、*S. caseolaris* は低い塩分濃度が生長に適している(Jayatissa and Wickramasinghe 2006)。潟口部における人為的改変の間接的な影響の一つとして、マングローブ群落の大規模な分布変化が生じたと言える。

表 1 コッガラ潟湖のマングローブ相(Jayatissa et al., 2002)

Family /Genus	Species
Rhizophoraceae (ヒルギ科)	
/Bruguiera(オヒルギ属)	<i>Bruguiera gymnorhiza</i> オヒルギ
	<i>Bruguiera sexangula</i> ロツカクヒルギ
/Rhizophora (ヤエヤマヒルギ属)	<i>Rhizophora apiculata</i> フタバナヒルギ
	<i>Rhizophora mucronata</i> オオバヒルギ
Sonneratiaceae(ハマサシクロ科)	<i>Sonneratia caseolaris</i> ベニヤマブシキ
/Sonneratia(ハマサシクロ属)	
Sterculiaceae(アオキリ科)	<i>Heritiera littoralis</i> サキシマスオウノキ
/	
Combretaceae (シクシク科)	<i>Lumnitzera racemosa</i> ヒルギモドキ
ヒルギモドキ属	

4. 考察

潟湖塩分濃度は、開口後は潟湖全域で上昇しただけでなく(図 2), その時間的変動幅も小さくなった(図 2)。したがって、潟口における砂州除去や突堤建設は、潟湖を年間を通じて海水に近いレベルで安定した塩分濃度変化を生じさせたと考えられる。近年の潟湖内の塩分濃度は、乾季と雨季とで異なった傾向があることが報告されているが(Furusato et al. 2012), 潟湖においては表層の塩分濃度はながれ方向で顕著な差異は無い。

マングローブの分布は様々な非生物的な要素が影響する。この中でも塩分濃度は最も重要な影響要素の一つである(Saenger, 2002)。Koggala 潟湖では、近年 20 年において、塩分濃度の変化により、大規模な群落分布変化が生じたと言える。

図 2 に示すように、潟湖の塩分濃度は 1992 年以降徐々に上昇した。現在の様に 20ppt を超過する高い塩分濃度となったのは、突堤建設後の約 10 年程度であると推定考えられる。マングローブの分布がいつから生じたかは明らかではないが、10 年程度の時間スケールでこの変化は生じた。群落変化は様々なプロセスから生じるが、高い塩分濃度種である *R. mucronata* の拡大は胎生種子の分散が重要な役割を果たす。Nitto ら(2013)は、数値解析によりマングローブ群落変化に及ぼす胎生種子の分散速度との関係について検討している。マングローブ植物の成長には様々な環境因子が影響を及ぼすが、成長のためには胎生種子の輸送と定着が必要である。塩分濃度変化に対するマングローブ群落の変化の応答性を評価するためには、従来あまり着目されていなかった胎生種子の輸送速度の評価が必要である。Furusato(2014)は、塩分濃度や成熟度に応じて胎生

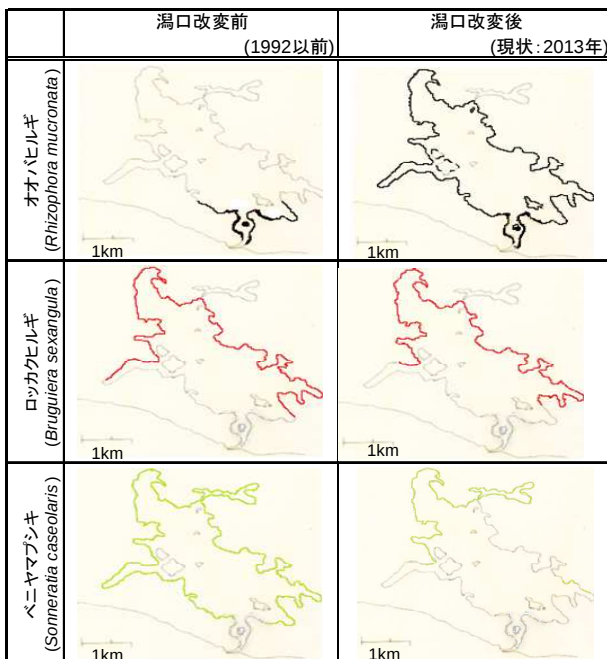


図 4 コッガラ潟湖の潟口開口前後の代表的マングローブ植物の分布変化

種子の浮遊形態が異なること、直立浮遊と、水面付近の水平浮遊状態の *R. mucronata* の胎生種子が現地における輸送速度が大きく異なる。今後の潟口部の適切な管理のためには、塩分濃度の変化に対するマングローブ群落の応答性について、胎生種子の分散能力の観点も含めた研究が必要である。生態学的観点だけでなく、環境工学的な観点からも、胎生種子輸送速度に関する研究が有効である。

謝辞

本研究の実施にあたっては、アジア・アフリカ学術基盤形成事業(コーディネータ・田中規夫)経費および科研費(挑戦的萌芽研究 25550007, 研究代表者, 古里栄一)の一部を使用した。現地調査の実施にあたっては、G. P. Amarasekara 氏の協力を得た。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) Chathuranga, G.A.H.S., Furusato, E., Perera, G.L., Tanaka, N. and Priyadarshana, T. (2013), Zonation Pattern of Mangrove in Southern Sri Lankan Lagoon after Human Interventions at Lagoon Mouth Area, Proceedings of the Special Session on Coastal Structures, 4th International Conference on Structural Engineering and Construction Management 2013 (ICSECM), pp. 120-128.
- 2) Di Nitto, D., Erftemeijer, P.L.A., Van Beek, J.K.L., Dahdouh-Guebas, F., Higazi, L., Quisthoudt, K., Jayatissa, L.P., and Koedam, N., (2013), Modelling Drivers of Mangrove Propagule Dispersal and Restoration of Abandoned Shrimp Farms, Biogeosciences Discussion, 10, pp.1267-1312.
- 3) Furusato, E., Amarasekara, G.P., Priyadarshana, T. and Tanaka, N. (2012a), The Current Status of Density Stratification of Koggala Lagoon, Symposium Proceedings of ACEPS (International Symposium on Advances in Civil and Environmental Engineering Practices for Sustainable Development), pp. 176-189.
- 4) 古里栄一・田中規夫・G. P. Amarasekara, T. Priyadarshana, 人為影響により潟口部が常時開口したスリランカ南部の潟湖における塩分成層, 土木学会論文集 B1 (水工学), Vol. 69, No. 4, pp. I_841-I_846, 2013
- 5) Furusato, E., Perera, G.L., Tanaka, N., Amarasekara, G.P. and Priyadarshana, T. (2013), Current Characteristics of Salinity Stratification of Two Coastal Lagoons in Southern area of Sri Lanka after different human interventions, ACEPS, pp. 231-237.
- 6) E. Furusato (2013), Preliminary Field Experiments for the Characteristics of Floatation and Transportation of Some Mangrove Propagules, Seminar in University of Ruhuna, Matara, Sri Lanka.
- 7) Jayatissa, L.P., Dsdouh-guebas, F and Koedam, N., (2002a), A Review of the Floral Composition and Distribution of Mangroves in Sri Lanka, Botanical Journal of the Linnean Society, 138, pp. 29-43.
- 8) Jayatissa, L.P. and Wickramasinghe, W.A.A.D.L. (2006), Guidance for Mangrove Replanting 1. Interspecific Variations in Response of Mangrove Samplings to Two Contrasting Salinities, Ruhuna J. Science, 1, pp. 47-60.
- 9) Priyadarshana, T., Manatunge, J. and Wijeratne, N. (2007), Impacts and Consequences of Removal of the Sand bar at the Koggala Lagoon Mouth & Rehabilitation of the Lagoon Mouth to Restore Natural Formation of the Sand Bar, Practical Action, Sri Lanka.
- 10) Saenger, P. (2002), Mangrove Ecology, Silviculture and Observation, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands.
- 11) Silva, E.I.L. (1996), Water Quality of Sri Lanka, A Review on Twelve water bodies, Institute of Fundamental Studies, Peradeniya.