

カンボジア・メコンデルタにおけるコルマタージュによる自然堤防増殖効果

Effect of Colmatage System on Expansion of Natural Levee in the Cambodian Mekong Delta

○中田晴香*・後藤章**・水谷正一***

NAKADA Haruka, GOTO Akira, MIZUTANI Masakazu

1. 背景・目的

カンボジアの気候は明瞭な雨季と乾季に分かれており、メコンデルタでは雨季の大洪水と乾季の水不足により農業は制限を受ける。洪水を許容した伝統的な水路であるコルマタージュは、洪水期に主要河川の肥沃な土壌を含んだ水を後背湿地へ引き込み、土砂の堆積によって、雨季に耕作可能な自然堤防を拡大していく機能を持つ。

しかし、現在では灌漑目的の利用が重要視され、流水客土による機能が失われつつある。そこで服部(2007)は、コルマタージュを評価するために自然堤防増殖機能の定量的な把握を試みたが、地域によって推定結果に誤差が生じた。本研究では、本流河川の水位の年変動や水路構造の違いを考慮して、堆積土砂量や自然堤防増殖速度を求めることを目的とする。

2. 現地調査

メコンデルタのバサック川両岸、メコン川右岸上・下流の4地域に存在するコルマタージュを対象として雨季・乾季の2回現地調査を行った。調査は、水路の流入口と後背湿地の流出地点における水路断面、水位、濁度・SS濃度の測定を行った。

3. 堆積土砂量の推定

各地域2本の水路を選定し、各水路について推定した。

3.1 広域的土砂収支による年間堆積土砂量の推定

【年間堆積土砂量】 = 【年間流入土砂量 (= \sum (日流入流量 × 流入SS濃度))】 - 【年間流出土砂量 (= \sum (日流出流量 × 流出SS濃度))】の各要素を下記の条件のもと求め、2001~2005年の5年間の平均値を年間堆積土砂量とした。

流入流量 本流河川の水位データより水路への流入水位を計算し、流入口にあるゲートや橋により水路に急縮がある場合はもぐり越流公式、ない場合はManning式を用いて求めた。

流入SS濃度 雨季現地調査の流入地点のSS濃度の平均値(22地点)164.9mg/lを用いた。

流出流量 流入は前述した流入流量のみとし、後背湿地からの流出を1段タンクモデルより算出した。

流出SS濃度 水路へ流入がある時期は、雨季の後背湿地の測定地点の平均値(6地点)19.3mg/l、ない

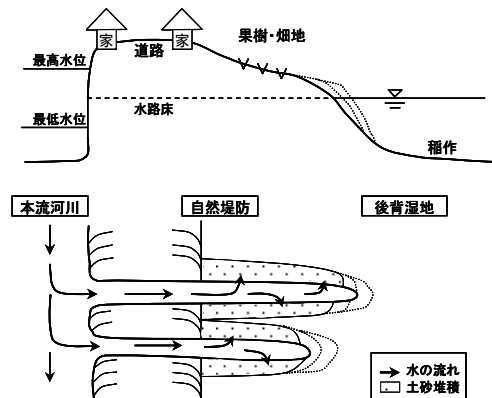


図1 コルマタージュの概要図(上・側面図)
Outline of Colmatage System

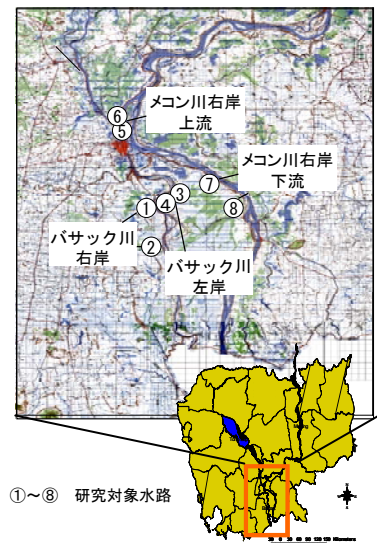


図2 調査対象地域 Study Area

*富山県庁 Toyama prefectural office, **宇都宮大学農学部 Utsunomiya Univ.

表 1 堆積土砂量の推定結果 Presumed result of quantity of sediment

コルマタージュ水路	バサック川右岸		バサック川左岸		メコン川右岸・上流		メコン川右岸・下流	
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
急縮の有無	○	○	○	○	○	○	○	○
勾配I	0.002				0.002	0.005		
水路幅 (m)	上端	16	8.5	13	19	19	12	9
	底	2				5	3.5	
土砂収支による年間堆積土砂量 (×10 ⁴ /year)	0.6	10.6	14.2	1.7	0.4	3.2	3.4	4.2
自然堤防の地形 (Google Earth)	高さH(m)	3	7	8	8	5	7	6
	長さL(m)	1900	4000	3600	4000	900	1900	2300
	幅W(m)	300	500	600	1000	300	300	1400
現在までの推定堆積土砂量 (×10 ⁴)	2.3	18.9	23.3	43.2	1.8	5.4	8.7	10.8
土砂堆積モデルによる年間堆積土砂量 (×10 ⁴ /year)	0.5	9.0	11.0	10.3	0.4	2.4	4.3	5.3

時期は乾季の後背湿地の測定地点の平均値(7地点) 7.6mg/l を用いた。結果を表1に示す。これより、急縮のある水路の年間堆積土砂量が多く、特に水路②③が多いことがわかる。この原因として、水路②③は他の水路に比べて流入日が多いことが挙げられる。(図3)

3.2 GISを用いた土砂堆積モデルによる年間堆積土砂量の推定

土砂は、図4のように堆積すると仮定し、GIS(Google Earth)から読み取った長さLと標高差Hから現在までの累積堆積土砂量を推定した。また、土砂収支による推定結果の信頼性を確かめるため、水路は200年前に作られたと仮定し、土砂の堆積により長さLが増加する(水路⑦⑧は幅Wも増加)という条件で年間堆積土砂量を求めた。その際、3.1で用いた流量計算式の違いにより、急縮のある水路は毎年同量の土砂が堆積する、ない水路は時間経過に伴って勾配が小さくなることで年間堆積土砂量が減少するとした。結果を表1に示す。水路④を除いて、他に比べて誤差が大きいのは、共通して急縮のある水路である。急縮を引き起こす橋やゲートは水路完成後に設置されたものが多く、水路構造の変化により誤差が生じたと考えられる。こうしたことから、3.1で示した推定結果は妥当な値であるといえる。水路④については、流入口の土砂の堆積により現在の流入土砂量が少なくなっているのではないかと考える。

3.3 自然堤防増殖速度の推定

3.1において流量計算に用いた本流河川5年間の年間最大水位のうち3番目に大きい水位以上の高さまで堆積した土地を自然堤防と定義し、3.2の土砂堆積モデルと土砂収支で求めた現在の年間堆積土砂量より、今後の増殖速度を推定した。図5より、100年後においてもおおよそ0.2~0.3ha/year 拡大し、畑地拡大による収入の増加が期待できることがわかる。

4. まとめ・今後の課題

耕作地の拡大につながる自然堤防増殖には、十分な流入流量が必要である。本研究の結果より、コルマタージュを有効利用するためには、流入口の土砂さらいによる流入日数の確保や的確なゲート操作等、農民による水路の維持管理が重要であると考えられる。また、ゲートの設置も有効な方法の一つに挙げられるが、維持管理や景観保全、ゲートを締め切ることによる流水客土機能の低下等、様々な問題が起こる可能性があるため、設置には十分な検討が必要である。

堆積土砂量の推定をより正確に行うためには、コルマタージュごとに完成した年を考慮して計算することや、SS濃度の変動の要因を明らかにすることが必要である。

<引用・参考文献> i) 服部(2007): カンボジア・メコンデルタにおけるコルマタージュによる自然堤防増殖について、宇都宮大学大学院修士論文 ii) J. デルベール(2002): カンボジアの農民-自然・社会・文化-、風響社 iii) 角道・河合・後藤・真勢(1995): 適正技術としてのカンボジアのコルマタージュ・システム、農土誌、Vol.63(4)、357-362 iv) 丹治・増本・小川・堀川(2004): メコン川の洪水問題の現状、農土誌、Vol.73(2)、p.109-114

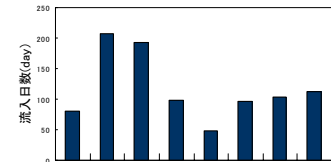


図3 水路毎の年間平均流入日数
Average days of inflow event per year

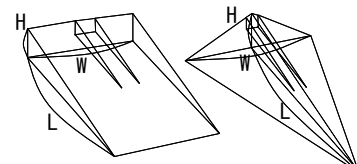


図4 コルマタージュによる土砂堆積の模型
(左・水路①~⑥. 右・水路⑦⑧)
Model of sedimentation by Colmatage

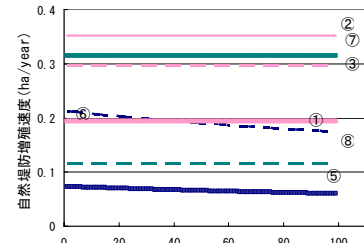


図5 自然堤防増殖速度
Expansion rate of natural levee