

メコン河洪水氾濫の肥沃化について

○ 東北大学工学部建築・社会環境工学科 学生会員 天野 文子
東北大学大学院工学研究科 正会員 風間 聡

1. 背景と目的

河川の洪水氾濫には土壌を肥沃にする効果があると古くから考えられている。メコン河下流域における洪水氾濫はコルマタージュとよばれる灌漑システムによって人為的に引き起こされている。洪水氾濫は、農業資源や漁業資源として地元住民に受け入れられている一方で、河川の洪水氾濫による肥沃効果は証明されておらず、洪水氾濫による影響を適切に評価することは今後の治水・利水にとって重要な課題である。

そこで本研究では、メコン河洪水氾濫による肥沃化の効果を数値モデルと現地観測によって明らかにすることを目的とする。

2. 対象領域とデータセット

研究対象領域（図-1）はメコン河下流域に位置するカンボジア国首都プノンペンを中心とした 140km × 110km の領域である。標高に USGS(アメリカ地質調査所)の GTOPO30 を用い、河川の位置もこのデータから得た。水位および日降水量、水質はメコン河委員会が編集したデータを用いた。水質データは、各月 1 回の測定データであるが、栄養塩収支の推定計算上、1 ヶ月間同じ値をとると仮定した。

3. 栄養塩収支の推定

佐久間・風間¹⁾と同様の計算方法を用い、洪水氾濫計算を行った。簡略に説明すると、河道に対し 1 次元 Dynamic Wave モデル、氾濫原に対し二次元不定流モデルを用い、越流公式によって接続する。空間解像度は 1km × 1km、計算時間間隔は 30 秒である。

洪水氾濫計算で求められる流量を用いて、領域の栄養塩収支を推定する。領域の栄養塩蓄積量 C は式 (1) で計算される。

$$C = \sum_{t=1}^{365} (C_p Q_p + C_k Q_k - C_n Q_t - C_{kk} Q_c - C_{min} Q_B) \quad (1)$$

ここで、 C_p はプレクダムの栄養塩濃度、 Q_p はプレクダムの流量、 C_k はコンボンチャムの栄養塩濃度、 Q_k はコンボンチャムの流量、 C_n はネアックロンの栄養塩濃度、 Q_t はタンチャウの流量、 C_{kk} はコスケルの栄養塩濃度、 Q_c はチャウドクの流量、 C_{min} は領域下端から出ていく氾濫水の栄養塩濃度、 Q_B は領域下端から出ていく流量



図- 1 対象領域

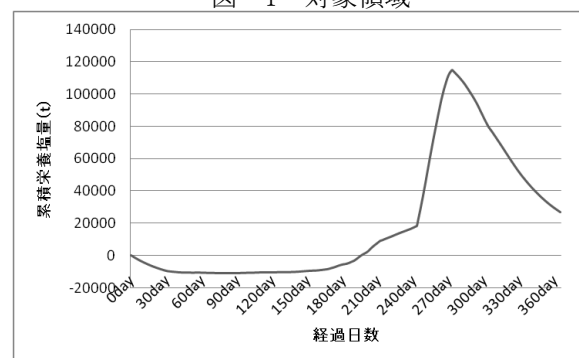


図- 2 カリウム蓄積量

である。

チャウドクおよびタンチャウの流量と掛け合わせる栄養塩濃度は、本来同地点のものが望ましいが、データが得られないため、ネアックロンおよびコスケルのデータを代用した。栄養塩濃度は地点毎に大きな違いはなく、この代用が栄養塩収支計算に与える影響は少ないと考えられる。また、河道以外の領域下端から出ていく氾濫水に含まれる栄養塩類の大部分は領域内に沈降すると考えられるため、氾濫原における観測で得られたデータおよびメコン河委員会編集の 1995 年から 2004 年のデータの中で最も小さい値を C_{min} とした。

カリウムの計算結果を図-2 に示す。計算開始日の 1 月 1 日から 4 月末にあたる 120 日前後にかけて蓄積量が減少していて、領域から栄養塩が流出していることがわかる。その後、雨期である 5 月から 10 月にあたる 300 日前後まで、栄養塩が蓄積していく。特に、最も氾濫浸水が高くなる 9 月に急激に蓄積が進行している。その後は乾期となり、蓄積量は再び減少するが、年間を通じてみると栄養塩は領域に蓄積することがわかる。

同様の結果が、全リン・リン酸態リン・アンモニア態窒素についても得られた。

図-3 に浸水面積が最大になった 9 月 28 日の氾濫の様子を示す。首都プノンペンには氾濫せず、コルマタージュが多数存在する地域において氾濫原が広がっている。このときの氾濫原の面積を最大浸水面積とし、計算によって得られた年間の栄養塩蓄積量を最大浸水面積によって除することにより単位面積当たりの栄養塩蓄積量を求める。これが氾濫水のもたらす栄養塩量である。

4. 肥沃化の効果

推定された栄養塩蓄積量をもとに、洪水氾濫の肥沃化について考察する。日本の米作と比較することで肥沃化の評価を行う。表-1 の通り、日本では、単位面積（1km²）当たり約 440t の収量を得るために、各栄養塩量にして 4500～5800kg の施肥を行っている²⁾。カンボジアの氾濫原において、施肥を行っている地域はほとんどなく、カンボジアの単位面積当たりの収量は約 135t である³⁾。この収量を得るための栄養塩は氾濫水によってもたらされていると考える。

表-1 においてカリウムの値をみると、日本 5800kg に対しカンボジア 4941kg であり、氾濫原において十分な量のカリウムを得ていると言える。また、氾濫水によってもたらされるアンモニア態窒素の量は窒素の施肥量の約 1/4 である。現地観測の結果から全窒素量はアンモニア態窒素量の約 4～10 倍であると推定されるため、窒素についても十分な量を得ていると言える。

さらに日本とカンボジアについて、栄養塩量あたりの収量を比較すると、表-2 のようになる。氾濫水がもたらす全リン量はリンの施肥量よりも少ないが、1kg のリンによって得られる収量は日本において 0.09 t、カンボジアにおいて 0.56 t とカンボジアの方が大きくなる。このことから、氾濫原において獲得できるリンは十分な量であると言える。以上より、カンボジアの氾濫原において米作を行うのに十分な量の栄養塩が、氾濫によってもたらされていると考えられる。

なお、カンボジアにおける単位面積あたりの収量が日本の約半分である理由は、苗を移植するのではなく種を直播きしていることや、防除や代掻きなどの農作業の違いによるものであると考えられる。このため、表-3 における窒素およびカリウムの項目でカンボジアの値が日本に比べて小さくなっている。

5. 結論

洪水氾濫によって氾濫原にもたらされる栄養塩は、雨期に蓄積し、乾期に流出するが、年間を通じてみると蓄積することが理解された。さらに、蓄積する栄養塩は米作をするのに十分な量であり、メコン河の洪水

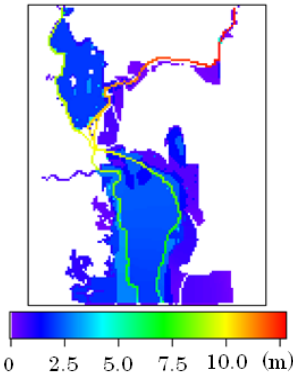


図-3 氾濫水深 9/28

表-1 収量と栄養塩量
(文献値を平均して使用)

日本	収量(t)		400
	施肥量(kg)	窒素	5800
		リン	4500
		カリウム	5800
カンボジア	収量(t)		135
	栄養塩蓄積量(kg)	アンモニア態窒素	1485
		リン酸態リン	151
		全リン	240
		カリウム	4941

表-2 栄養塩量あたりの収量

日本	収量/施肥量(t/kg)	窒素	0.07
		リン	0.09
		カリウム	0.07
カンボジア	収量/栄養塩蓄積量(t/kg)	アンモニア態窒素	0.09
		全リン	0.56
		カリウム	0.03

氾濫による肥沃化の効果はある。今後、より詳細に栄養塩収支を推定することで、適切な治水・利水および農業技術の発展につながる知見を得たい。

謝辞

本研究は、科学研究費補助金（22360192）の助成を受けたものである。ここに謝意を表する。

参考文献

1) 佐久間太佑，風間聡：水理氾濫モデルと現地患者数を用いた水系感染症リスクの定量化，土木学会水工学論文集，第 54 巻，pp457-462，2010。
2) 溝渕正晃，中村幸生，亀島雅史：施肥が香り米‘さわかおり’の収量及び香りに及ぼす影響，日本作物学会四国支部紀事，第 33 巻，pp48-49，1996。
3) 角道弘文，後藤章：カンボジアの農業農村開発とメコン下流域の水文環境，農業土木学会誌，第 65 巻，第 4 号，pp43-49，199