

メコン河洪水氾濫の肥沃効果と農業の持続可能性の評価

東北大学大学院工学研究科 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

毎年雨期になると大規模な洪水氾濫が発生するメコン河下流域において、適切な利治水を実現するためには、洪水氾濫がもたらす影響の評価が必要である。中でも農業を主要な産業とする本領域において、洪水氾濫が農業に与える影響を評価することは重要である。大河川の洪水氾濫がもたらす肥沃効果については、効果を肯定する研究¹⁾と否定する研究²⁾の双方がある。筆者らはメコン河の洪水氾濫の肥沃効果について定量的に評価した³⁾が、洪水氾濫の規模との関連は明らかにされていない。また、氾濫農業が盛んな本領域において食糧需要に応え続けるためには、氾濫農業の持続可能性を評価することが求められていると言える。そこで本研究では、洪水氾濫の肥沃効果を定量的に影響し、洪水氾濫の規模との関連を示すことと、農業の持続可能性を評価することを目的とする。

2. 計算対象領域および対象年

計算対象領域は、図1に示すメコン河下流域の140km×110kmの領域である。メコン河は、カンボジアの首都プノンペンにおいてトンレサップ川と合流し、バサック川を分派している。計算対象年は1997年から2007年である。計算対象の各年の洪水氾濫規模を比較するための指標として、洪水期（6月から11月）のコンポンチャム地点の平均水位⁴⁾を用いる。1960年から2008年のコンポンチャム地点の洪水期平均水位を計算し、洪水期平均水位が49年間の平均値±不偏標準偏差（9.23m～11.11m）の年を中規模氾濫年、それ以下を小規模氾濫年、それ以上を大規模氾濫年と呼ぶこととする。

3. 洪水氾濫による土地の肥沃効果の評価

リン輸送モデル³⁾は、洪水氾濫計算とリン輸送計算からなるモデルであり、空間解像度は1km×1km、計算時間間隔は30秒である。リン負荷源として上流からの流入と領域内の人・家畜が考慮されており、人・家畜からの負荷量は原単位法により算出される。浸水期間中にその地点において人・家畜が発生させるリン量を $Pa(kg)$ 、モデル

により計算された年間リン沈降量を $Ps(kg)$ とすると、洪水氾濫による土地の肥沃化指標 FI は式(1)で定義される。

$$FI = Ps / Pa \quad (1)$$

FI が1よりも小さい地点は、その地点で発生するリン負荷が洪水氾濫により他の地点へ流出する地域である。 FI が1よりも大きい地点は、洪水氾濫により他の地点からリンが流入する地域である。洪水氾濫によりその土地の栄養塩量が増加することを洪水氾濫による土地の肥沃効果と定義すると、 FI が1よりも小さい地点は洪水氾濫による土地の肥沃効果がなく、1よりも大きい地点は肥沃効果があると言える。

図2に中規模氾濫年の2006年の FI 分布を示す。氾濫原の端部などの一部（氾濫原の約1%）を除き、洪水氾濫による土地の肥沃効果があることがわかる。特に、メコン河とトンレサップ川、バサック川に挟まれた地域は FI が大きい。これらの地域は浸水期間が長く、流入する氾濫水量・リン量が多いため、リン沈降量が多く肥沃効果が高いと考えられる。氾濫原の端部に点在する肥沃効果のない地点は、周囲に比べて標高の高い地点である。氾濫水と共にリンが周囲に流出することや、浸水期間が短くリン沈降量が少なくなることが原因と考えられる。

図3に1997年から2007年の各年の FI の領域平均値・氾濫原平均値およびコンポンチャムにおける洪水期平均水位を示す。 FI の領域平均値と洪水期平均水位は類似した変動を示し、相関係数は0.75 ($p<0.01$)である。すなわち、洪水氾濫の規模が大きいほど領域全体での肥沃効果が大きいと言える。氾濫規模が大きいほど氾濫面積が大きいためであると考えられる。一方、 FI の氾濫原平均値は2005年に最大値を示し、次いで2003年、1997年である。2005年と1997年は中規模、2003年は小規模の洪水氾濫発生年である。深刻な渇水年である1998年の FI の氾濫原平均値は低い値を示しているが、1998年を除くと、平均水位が高く洪水氾濫規模の大きい年には FI の氾濫原平均値が低く、平均水位が低く洪水氾濫規模の小さい年には高い傾向がみられる。以上より、洪水氾濫規模が大

Key words : 栄養塩, リン, 窒素, 施肥

〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06 東北大学大学院工学研究科土木工学専攻水循環システム学研究室

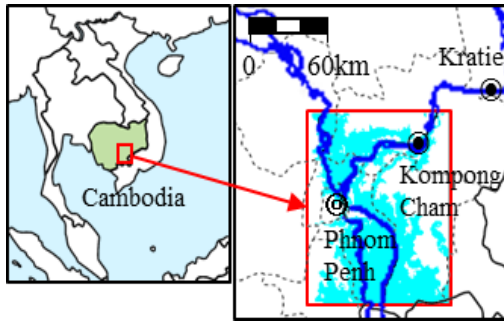


図1 対象領域（図中青線は河道、水色は中規模年の氾濫域を示す）

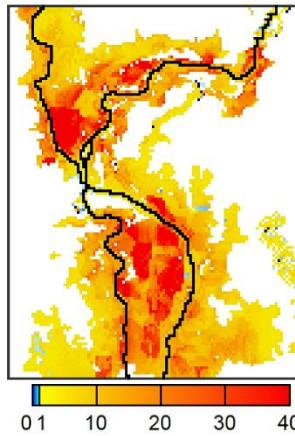


図2 2006年のFI分布

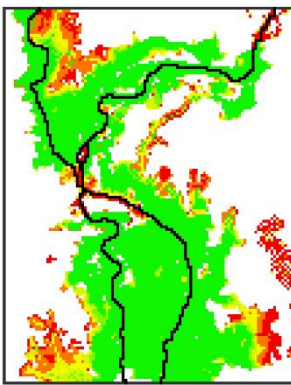


図4 無施肥でも持続可能な単収（1km²あたり）

きいほど領域全体での洪水氾濫による土地の肥沃効果は大きくなるが、氾濫原の各地点を見ると小・中規模の洪水氾濫発生年に洪水氾濫による土地の肥沃効果が大きくなる傾向があることが示された。

4. 農業の持続可能性の評価

リン輸送モデルの1km×1kmの各セルを一つの系とし、各系において洪水氾濫により獲得されるリン量を考える。本領域において集約的な畜産は行われておらず、家畜は系外から持ち込まれた飼料ではなく、系内にある草などを摂取していると考えられる。すなわち、家畜が発生させるリンは元々系内に存在しており、家畜の体内を通過して系内を循環していると言える。リン輸送モデルにより計算されたリン沈降量は、系内由来のリンを含む値であるため、各系におけるリン獲得量は、リン沈降量から系内のリン発生量を差し引いたものである。人に関しては一部の食糧を系外から持ち込んでいる可能性もあるが、人と家畜の発生負荷量のうち人の発生負荷量は約7%であり影響は大きくないと考えられる。

中規模氾濫年の2006年について、単位面積あたりの洪水氾濫によるリン獲得量を稲のリン要求量で除した値を図4に示す。これは無施肥でも持続可能に農業を行うことの出来る単収である。氾濫原の約78%の地域で現在のおおよその単収である300t/km²以上の農業を無施肥で持続可能に行うことが出来る一方、氾濫原の端部など残りの地域では単収300t/km²の農業を持続可能に行うためには施肥が必要であることが示された。

5. まとめ

本研究により、氾濫原の多くの地域で洪水氾濫による土地の肥沃効果があること、洪水氾濫規模が大きいほど領域全体での肥沃効果は大きくなるが、氾濫原の各地点を見ると小・中規模の洪水氾濫発生年に肥沃効果が大き

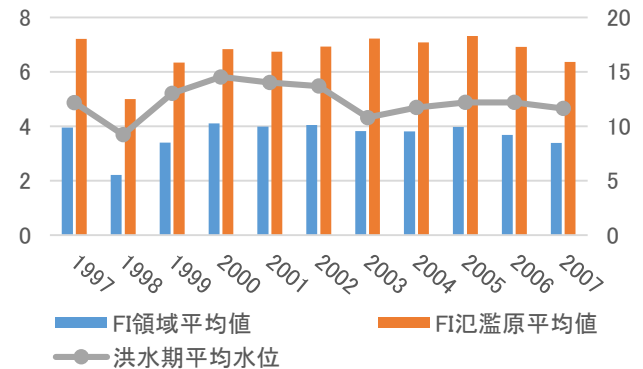


図3 FIの領域平均値・氾濫原平均値および洪水期平均水位

くなる傾向があることが示された。また、氾濫原の約78%の地域で現在の単収以上の農業を無施肥で持続可能に行うことが出来る一方、氾濫原の端部などでは現在の農業を持続可能に行うためには施肥が必要であることが示された。

謝辞：本研究は日本学術振興会特別研究員奨励費および科学研究費補助金（13J02676，代表：天野文子），科学研究費補助金（15H05218，代表：風間聡）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) Grumbine R.E. and Xu J.: Mekong Hydropower Development, Science, Vol.332, No.6026, pp.178-179, 2011.
- 2) Hori H.: The Mekong: environment and development. UNU press, Tokyo, Japan, 2000.
- 3) 天野文子，風間聡：メコン河氾濫原におけるリン輸送モデルの構築および肥沃効果と農業への影響評価，土木学会論文集 B1(水工学) 第71巻，第4号，pp.I_1189-I_1194, 2015.
- 4) Mekong River Commission : LOWER MEKONG HYDROLOGIC YEARBOOK, 1960-2008.