

経済成長を考慮したメコン河洪水氾濫の必要性

東北大学大学院 学生員 ○垣内 健吾

東北大学大学院 正会員 風間 聰

東北大学大学院 フェロー 沢本 正樹

1. はじめに

洪水氾濫は通常、経済発展に対して大きな阻害要因である。しかしながら、メコン河の場合、洪水による水産資源の増加や農地の肥沃化が知られており、洪水氾濫の評価が必要である。

対象地域では、堤防をメコン河と直角に水路を掘削し、シルト分を含んだ洪水を導水するコルマタージュを利用した氾濫農業が行なわれている。氾濫農業から工業(近代的農業)への経済成長を達成するためには、氾濫面積の減少と人材育成が必須であると考えられる。

これらの考察を行なうために、本研究では、教育・土地面積等の多項目を含めて議論可能な最適成長モデルと分布的な解析が可能な洪水氾濫モデルを用いた。

最適成長モデルは、農業及び工業生産量の時系列変化を示す。洪水氾濫モデルは、治水政策後の氾濫域を分布的に示す。これらのモデルを結合することにより、多項目を考慮した時空間の結果が得られる。この結果は、段階的な治水政策の必要性を表すものである。

2. データセットおよび対象地域

計算対象地域(図1)は、カンボジア国首都プノンペンをほぼ中心とした 110km×140km の 15,400km² である。標高データには USGS の GTOPO30 を用いた。水位はメコン河委員会が編集したデータを利用した¹⁾。

3. 洪水氾濫モデル

3-1 モデルの基本構造

洪水氾濫計算は、河道では Dynamic Wave モデルを、氾濫原では 2 次元不定流モデルを用いて行った。コルマタージュによる氾濫原への流量計算には、越流公式

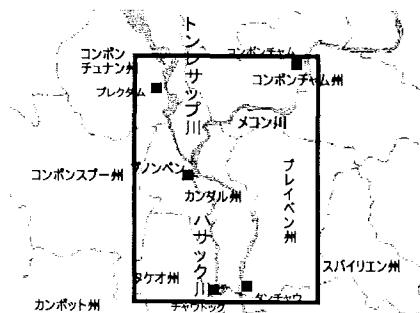


図1 計算対象地域

を用いた。

3-2 治水政策

コルマタージュの分布を変化させて、氾濫面積の変動を把握する。コルマタージュはバサック川およびメコン河下流域(プノンペンより南)に多く分布し、かつバサック川のほうが多い(三祐コンサルタンツ)。また、氾濫農業はプノンペン以南で多く行なわれている(農業工学研究所)。したがって、トンレサップ川とメコン河上流域(プノンベンより北)ではコルマタージュは分布させず、バサック川とメコン河下流はコルマタージュの間隔を 1:2 の割合で分布させて計算した。

4. 最適成長モデル

4-1 モデルの基本構造

今回は、個人が 2 期間だけ生き、どの時点をとっても経済には若年世代と老年世代の 2 つの世代がいるという最も単純な重複世代モデルを利用した。

4-2 農業・工業(近代的農業含む)の競争的行動

各産業の生産関数を次式に表す。

$$F_t^A(L_t^A, Z_t^A) = \gamma \beta L_t^{A\#} Z_t^{A(1-\#)} \quad (1)$$

$$F_t^I(L_t^I, Z_t^I, K_t) = \psi K_t^{\alpha_K} L_t^{\Omega_L} Z_t^{1-\Omega_K-\Omega_L} \quad (2)$$

また、労働者人口は次式のように定義する。

$$L^A = \alpha_t N \quad (3)$$

$$L^I = (1-\alpha_t) N \quad (0 \leq \alpha_t \leq 1)$$

ここで、 F_t^A :農業生産量, F_t^I :工業生産量, K_t :資本ストック, w_t^A :農業者賃金, w_t^I :工業者賃金, $r_{t+1}, t+1$ 期の利子率, L_t^A :農業者人口, L_t^I :工業者人口, N :全労働人口, Z_t^A :農業地面積, Z_t^I :工業地面積,他はパラメータである。

4-3 個人の合理的行動

消費者の効用を次式で表す。

$$U_t^A = \max_{c_{1,t}^A, c_{2,t}^A} [c_{1,t}^A + (1+\theta)^{-1} \log c_{2,t}^A] \quad (4)$$

$$U_t^I = \max_{c_{1,t}^I, c_{2,t}^I} [c_{1,t}^I + (1+\theta)^{-1} \log c_{2,t}^I]$$

ここで、 U_t^A :農業者の効用, U_t^I :工業者の効用, $c_{1(2),t}^A$:t 期生れ農業者の若年(老年)期での消費, $c_{1(2),t}^I$:t 期生れ工業者の若年(老年)期での消費, θ :割引率である。

農業者の制約条件式は式(5)となる。一方、工業者になるためには、教育を受ける必要があると仮定する。

工業者の制約条件式は式(6)となる。

$$c_{1,t}^A + s_t = w_t^A - T_t \quad (5)$$

$$c_{2,t}^A = (1+r_t)s_t$$

$$c_{1,t}^I + s_t + g_t - e_t = w_t^I - T_t \quad (6)$$

$$c_{2,t}^I = (1+r_t)s_t$$

ここで、 s_t :貯蓄、 g_t :教育費、 e_t :教育補助金、 T_t :税金である。

4-4 資本の連続式

資本の連続式を次式で表す。

$$K_{t+1} - (1-\gamma)K_t = F_A(L_A, Z_A) + F_I(K, L_I, Z_I) \quad (7)$$

$$-\alpha_t N(c_{1,t}^A + c_{2,t-1}^A) - (1-\alpha_t)N(c_{1,t}^I + c_{2,t-1}^I)$$

ここで、 K_{t+1} :t+1期の資本ストック、 γ :資本減耗率である。

4-5 最適成長モデルの解法

式(1)～式(7)がモデルを構成する式であり、このモデルを支配する変数は α_t 及び K_{t+1} である。式(4)より、 U_t^A 及び U_t^I が等しい時の α_t を求める。この α_t を式(7)に代入することで、 K_{t+1} が得られる。この計算をモデル内で繰り返し行なうことで、各々の氾濫面積に対する経済成長過程が表現される。各パラメータは表1のよう設定した。

5. 結果及び考察

5-1 最適成長モデルによる経済成長過程

最適成長モデルを解いたものを図2に示す。時間の経過に伴い、生産量が増えることがわかる。当初は、農業人口が多く占めるので、氾濫面積の大きい方が高い経済成長を示す。時間が経つにつれて、労働者が工業にシフトし、その結果、高い生産量を得ることとなり、最終的には氾濫域のない経済成長を選択することになる。このことから、段階的に治水を行なう必要のあることが理解できる。

氾濫面積が 0km^2 ～ 1500km^2 の成長過程では、最終的に大きな生産量の差は見られず、氾濫面積が大きくなると生産量の差が顕著になる。これは栄養塩パラメータ y の影響(式(1))であり、川沿いの氾濫域では農業の生産量が高いためである。

5-2 分布的な治水規模の把握

表2は、コルマタージュ水路の間隔と氾濫面積の関係を表したものである。この結果を用いて、バサック川に 2km 間隔・27km 間隔・30km 間隔でコルマタージュを分布させて、各々の氾濫面積が最大の時の氾濫状況を表した(図3)。

6. 結論

本研究では、水文学と経済学という双方の視点から洪水を分布的に評価することを試みた。川沿いでの氾濫農業の生産量は、近代的農業及び工業の生産量に匹敵し、 1500km^2 程度の氾濫域は有効であるという結論が得られた。

謝辞

本研究は科研費(若手B)とRR2002(代表:大村達夫)の援助を受けた。また河野達仁講師(東北大学大学院工学研究科)には様々な助言を頂いた。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- Mekong River Commission, LOWER MEKONG HYDROLOGIC YEARBOOK 1994.

表1 パラメータの値

各種パラメータ	値	農業面積Z ^a	栄養塩パラメータ y
ϕ	0.69	$0\sim 200\text{km}^2$	1
Ω^k	0.17	3000km^2	0.8
Ω^L	0.34	4000km^2	0.6
β	500	5000km^2	0.5
ψ	1500	6000km^2	0.4

表2 コルマタージュ間隔と氾濫面積の関係

バサック川 メコン河下流	1km間隔 2km間隔 3km間隔 4km間隔 6km間隔 10km間隔 20km間隔 25km間隔	27km間隔 54km間隔 81km間隔 108km間隔 135km間隔 162km間隔 189km間隔 216km間隔	30km間隔 60km間隔 90km間隔 120km間隔 150km間隔 180km間隔 210km間隔 240km間隔	0km 0km		
氾濫面積(km ²)	2565	2382	2255	1879	1812	1873
氾濫面積(km ²)	1743	1727	852	1681	592	518(内水氾濫)

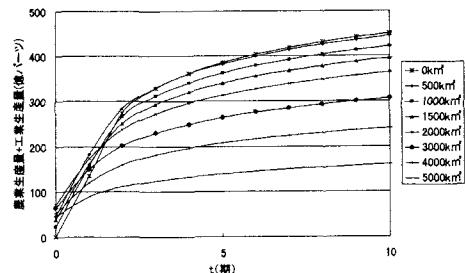


図2 各氾濫面積における経済成長過程

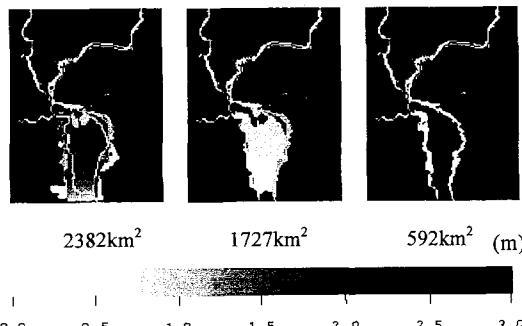


図3 治水後の水深分布(数値は氾濫面積)