

II-12

メコン河プノンペン周辺における最適氾濫制御

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 聡

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、洪水の規模と水産資源の相関性や農地の肥沃化が述べられているため、洪水氾濫の必要性の是非が問われている。こうした問題を、水文学および経済学という双方の視点から包括的に論じることができ、また相互比較の可能なモデルを構築することが本研究の目的である。

対象流域では、自然堤防の一部を開き、シルト分を含んだ洪水を導水するコルマタージュ(写真 1)を利用した氾濫農業が主流である。理由としては、教育の停滞・劣悪な設備・氾濫による土地制約が挙げられる。

農業から工業もしくは原始農業から灌漑農業への経



写真 1 コルマタージュからの導水

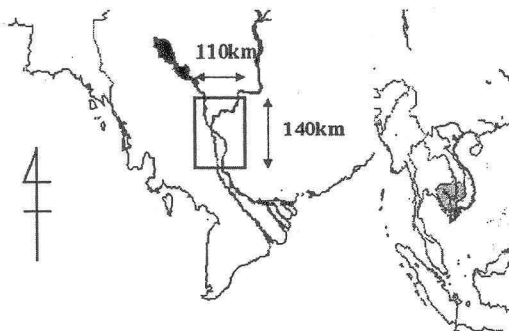


図 1 計算対象地域

済成長を達成するためには、氾濫面積の減少と人材の育成が必須であると考えられる。

今回提案するモデルは時空間で有効である。最適成長モデルから得られたコルマタージュ農業生産量の動的变化から投資時期を決定できる。また、洪水氾濫計算によって得られた氾濫面積の減少関数をモデルに加えることで、洪水氾濫の生かすべき箇所と防ぐ必要のある地域の理解をも可能である。

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はば中心とした 110km×140km の 15,400km²である。数値計算のデータとして以下のものを用意した。地理情報として標高データに 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¹⁾を利用した。

3. 洪水氾濫計算

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、越流公式を用いた。

本研究では 2 つの治水政策を考え、各々の政策による氾濫面積の減少傾向を評価する。

- ①コルマタージュ水路を減少させる。
- ②メコン河上流で流量を制限する。

メコン河上流域の洪水流量を制御することは、氾濫面積を減少させると考えられる。図 2 は各年のコンボンチャムの流量を表している。

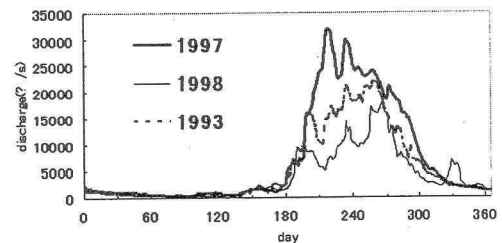


図 2 コンボンチャム(メコン河上流)での流量変化¹⁾

4. 最適成長モデル

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(2期間生存モデル)を利用した。若年層と老年層を以下のように設定する。

- ・ 若年: 労働し、賃金を得る。一部消費、残り貯蓄。
- ・ 老年: 労働せず、前半の貯蓄を全て使う。

今回は、以下のレオンティエフ型生産関数を採用する。

$$F^A = \min[\tau_L L^A, \tau_Z Z^A] \quad (1)$$

$$F^I = \min[\tau_L L^I, \tau_K K, \tau_Z Z^I] \quad (2)$$

ここで、 F^A :農業生産関数、 F^I :工業生産関数、 L^A :農業者人口、 L^I :工業者人口、 Z^A :農地面積、 Z^I :工業地面積、 K :資本ストック、 τ :各種パラメータである。

5. 結果及び考察

5.1 氾濫制御

図3は、コルマタージュの個数と氾濫面積の関係を表したものである。個数が減ると、当初の氾濫面積の減少傾向は小さいが次第に大きくなるので、近似曲線は対数近似で表される。表1は、コンボンチャムでの流量制御割合と氾濫面積の関係を表したものである。3年分のデータによって比較しているが、ピーク流量と氾濫面積がほぼ線形関係にあることが分かる。

メコン河は国際河川であり、治水政策は下流域の国々に大きな影響を与える可能性があるため、上流の流量を大きく制限することは困難と考えられる。また、コルマタージュ水路を減少させる政策は、当初の減少傾向が小さいという難点がある。

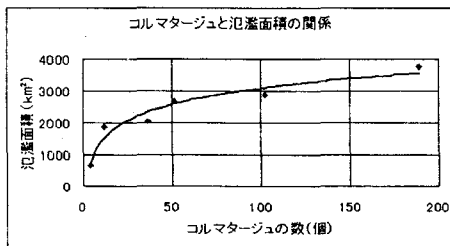


図3 コルマタージュと氾濫面積の関係

表1 上流の流量制御と氾濫面積の関係

年	ピーク流量 ($\times 10^3 \text{ m}^3/\text{s}$)	制御割合 (%)	氾濫面積 (km^2)
1997	32	0	4904
1993	22	30	2882
1998	18	44	2572

5.2 氾濫面積を考慮したモデルの構築

① 消費者

消費者の行動を次式で表す。

$$U_t = \max_{c_{1,t}, c_{2,t+1}, \delta} [u(c_{1,t}) + (1+\theta)^{-1} u(c_{2,t+1})] \quad (3)$$

$$c_{1,t} + s_t + \delta(g_t - e_t) = (1-\delta)w_t^A + \delta w_t^I - T_t \quad (4)$$

$$c_{2,t+1} = (1+r_{t+1})s_t \quad (5)$$

ここで、 U :効用、 u :各世代での効用、 c_t :若年期の消費、 c_{t+1} :老年期の消費、 θ :割引率、 $\delta=0$:教育を受けない人、 $\delta=1$:教育を受ける人、 s_t :貯蓄、 g_t :教育費、 e_t :教育補助金、 w_t^A :農業者賃金、 w_t^I :工業者賃金、 T_t :税金、 r_{t+1} :利子率である。

② 農業と工業(原始農業と灌漑農業)

農業と工業の利潤最大化行動を次式に表す。

$$\pi_t^A = F^A - w_t^A L^A - r_t^Z Z^A \quad (6)$$

$$\pi_t^I = F^I - w_t^I L^I - r_t^K K - r_t^Z Z^I \quad (7)$$

ここで、 π^A :農業の利潤、 π^I :工業の利潤、 r :利子率である。

③ 財市場の均衡式

財市場の均衡を次式で表す。

$$K_{t+1} - (1-\gamma)K_t = L^A s_t^A + L^I s_t^I \quad (8)$$

$$r_t^Z = r_t^I \text{ (if } z^A > 0, z^I > 0) \quad (9)$$

$$U^A = U^I \text{ (if } L^A > 0, L^I > 0) \quad (10)$$

ここで、 γ :資本減耗率、 s^A :農業者貯蓄、 s^I :工業者貯蓄である。

6. 結論

本研究では、水文学・経済学の視点から評価することを試みた。洪水氾濫計算に関しては、治水政策における氾濫面積の減少傾向を示すことができた。しかしモデルに関しては、定式化することは出来たが定量化するには至っていない。今後は外生変数およびパラメータを与えて定量化を行い、双方を組み合わせた適切な開発決定ツールを作成する予定である。

謝辞

本研究は科学研究費(若手B:代表者:風間聡)を頂きました。また河野達人講師(東北大学大学院工学研究科)には多くの助言を頂きました。ここに記して謝意を示します。

参考文献

- 1) Mekong River Commission, LOWER MEKONG HYDROLOGIC YEARBOOK, 1993.