

# メコン河, Quatre-Bras 地域の河床の変化

東京工業大学 総合理工学研究科 正員 椎 貝 博 美

## 1. 概 説

メコン河は中国に発し、ビルマとラオス、タイトラオスの国境を形成しつつカンボジアに入り、最後にベトナムにおいていわゆるメコンデルタを形成している国際的な大河川である。名称も主なものでも、ザ、ラントウン、メコン、クーロンと変化している。流域面積は80万平方キロ、長さは4020Kmと公称されている。今1970までのメコン河に関する状況の概況を表1に示して参考とする。

| 観 測 地   | 流域面積<br>(Km <sup>2</sup> ) | 流 量 (m <sup>3</sup> /SEC) |         |       | 平均年間<br>流出量                       | 備 考      |
|---------|----------------------------|---------------------------|---------|-------|-----------------------------------|----------|
|         |                            | 最 大                       | 最 小     | 平 均   |                                   |          |
| チャンセン   | 189000                     | 23500                     | 543—'69 | 2970  | 94×10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup> | 10年間の記録  |
| ルアンプラバン | 268000                     | 25200                     | 652—'56 | 3717  | 117                               | 21年 "    |
| ビエンチャン  | 299000                     | 26000                     | 701—'58 | 4600  | 145                               | 58年 "    |
| タ ケ ク   | 373000                     | 32900                     | 915—'69 | 7710  | 244                               | 47年 "    |
| ムクダバン   | 391000                     | 36200                     | 958—'33 | 8334  | 260                               | 47年 "    |
| バ ク セ   | 545000                     | 46200                     | 1060    | 10295 | 325                               | 46年 "    |
| スタントレン  | 635000                     | 65700                     | 934—'37 | 13380 | 430                               | 46年 "    |
| ク ラ チ エ | 646000                     | 66700                     | 1250    | 13974 | 441                               | 45年 "    |
| ブノンベン   | 663000                     | 49700                     | 1250    | 13000 | 411                               | 11 (感潮域) |

表 1 メコン河 流況の概要

ブノンベンはカンボジアの主都であるが、ブノンベン附近でメコン河は、トンレサップ湖(大湖)より流下して来たトンレサップ河と合流し、すぐメコン本流とバサク河とに分流する。ブノンベンより河口までは約250Kmの距離があるが、ブノンベン地区から下、いわゆるQuatre Brasは感潮域に入っている。同地域の現時点における主な問題は土砂移動である。すなわち、ブノンベン地域の河床は年々変動し、ある部分では堆積が、ある部分では侵食が生じている。全体としては堆積が生じており、数年前の情報では年間5万tの掘削により航路維持が行なわれていたようであるが、現状は不明である。ちなみにメコン河は交通路としても重要な意味を持っており、通常舟運は遠くビエンチャンまで達している。従ってメコン河における土砂堆積の問題は南ベトナムからラオスにいたる地域の住民の生活に大きな影響を及ぼすのである。

## 2. ブノンベン附近の状況

ブノンベン附近の流況は4つの大河が合、分流しているのみならず、トン・レ・サップ湖の存在により、季節変動の非常に大きい流れ方を生じている。メコン本流自体はブノンベン附近でも年間を通じて、1000m<sup>3</sup>/sec以上の自流がある。従ってその意味では安定した河川である。しかもその安定度はトンレサップ湖の調整能力によって更に増大されている。しかし他方ではその為にブノンベン下流の土砂の問題が複雑になっていることも否定できない。

図-1にはQuatre-Bras地域の概念図を示す。なお、トンレサップ湖の大きさは季節に応じて増減するので、地形図のみからその大きさを定めることはできない。トンレサップ湖は乾期には900Km<sup>2</sup>ほどの面積となるが、その調製能力はESCAPによれば、3×10<sup>10</sup>m<sup>3</sup>、椎貝によれば5×10<sup>10</sup>m<sup>3</sup>のオーダーであるから、主な水深を20mとすれば、面積の最大値は1.5～3倍位にはなるであろう。このことは東

南アジアの自然湖沼にはよく見られるところで、さほど珍しいことではない、しかし、この湖の特徴はその調整作用にあることである。図-2には1972年の流況の例を示す。7月より9月の中頃までは水はトンレサップからブノンベン地区、すなわち、Quatre-Bras へ向けて流れているが、その後はメコン本流を下って来た水はトンレサップ湖へ向けて流入する。この作用自体も水理学的に興味のあることであるが、詳細は別の論文にゆずることにする。このトンレサップ河の土砂量はほとんどが浮遊砂であると考えられるが順流、すなわち湖から、Quatre Bra へ向けて流れる場合と、逆流、その反対の場合とは異なっているこれまでの調査によれば逆流の場合の土砂量の方が順流の場合の土砂量よりも多いようである。この様子は図-3に示されている。これもある意味では非常に興味のあるところであって、全体としては順流の方が逆流よりも水面勾配が急であるが、それにもかかわらず土砂の流量が順流の場合に小さいのは土砂の補給量の差によるものと考えられる。すなわちかなり多量の浮遊砂がメコン本流より、Quatre-Bras 地域に流入し、これが逆流時にはトンレサップ湖に輸送されて、湖の周辺部に堆積し、特に湖西部においてよい農耕地を形成しているものと考えられる。これに対し順流の場合には湖の周辺部に生ずる流れはそれほど強くはなく、従って一度堆積した土砂を再び浮遊させて湖より流出させるようなことは比較的少ないのではないと思われる。このようなことからトンレサップ湖は年々堆積過程にあるように考えられる。しかし、次の2つの理由から現在簡単に結論を下すことはできない。その1は現在調査が不可能なことである。同地方の水理・水文学的調査は1973年頃から不可能になって来ており、種々の水理量に関する情報も入手しづらくなっている。第2には米軍の枯葉剤の影響である。同地方に枯葉剤の用いられたのは1970年であったと思われるが、その後土砂量が増大し、その為にブノンベン地区に影響がでて来ているとの非公式な報告がある。これは定性的にはうなづけることであって、河川の土砂量というのはいわゆる釣合の状態をもとにした表現のみで記述できるものではなく、土砂の補給量の存在を考えなくてはならないことを示唆している。その後1974年の非公式な報告によれば同地区の樹木の状態は急速に回復に向っているということであるが何分正式な調査ができない現状では確認することはできない。しかし戦乱の終結と共に調査の再開されるのも近いことと思われる。

### 3. Quatre-Bras 地区の土砂の堆積

さて、Quatre-Bras 地区はカンボジアの主都ブノンベンをひかえ、その意味でメコン河の舟運は重要な意味を持っている。現在舟運はメコンデルタよりほとんどメコン河を通してブノンベンまで逆上している。もしバサク河の浚渫により船舶がバサク河を通してブノンベンに達することができれば全体として運行距離が50kmほど短縮できるので経済上はなほだ有利である。しかしバサク河の浚渫は附近の土砂移動のバランスを一時的にもせよくずすことは明らかである。その意味でバサク河の浚渫は現在に致るまで手がつけられていない。もちろん同地方の戦乱もこのような計画の調査の大きな障害となっていたことはいうまでもないもう一つの問題は、Quatre-Bras 地域における土砂の移動状況であり、1972年頃までは同地区は年間5万 $m^3$ 位の浚渫が航路維持の為に行なわれていたといわれている。このようなことから同地区では土砂の大規模な堆積が生じていると一般には信ぜられているようである。しかしながら年間5万 $m^3$ という量は非常に少ない量の浚渫であって、むしろ同地区における土砂堆積は少ないレベルにあると判断すべきであろう

図-4には1876年から1962年における、Quatre-Bras 地区の河道の変化図である。この図より判断する限りでは上流側の砂州が年を追ってはり出して来ている一方、下流の方は侵食を受けていることは明らかである。その上、モニヴオン橋の落下で知られているように局部的にはかなり強い侵食が生じているこのようなことから考えると、Quatre-Bras 地区では、同地区内での土砂の移動が生じていることが推察される。このことは同地区の河床変動の数値的な予測が非常に困難であることを示している。つまり、メコン河のスケールは非常に大きい為に通常の我国の河川の場合のように一つの断面から他の断面への土砂の輸送が問題となるよりは、同一の断面内でも土砂の輸送と考えられるものが形式的には生じており定性的な

予測、あるいは経験に基いた定量的な予測は比較的簡単に行なえるものの、理論に基いた数値的な予測はなお困難な段階にあるといつてよい。例えば、メコン上流、メコン下流、バサク、トンレサップの各河川の間には次のような比較的簡単な関係のあることが椎貝・Azam によって発見されている。

$$Q_3 = 0.862 Q_1 + 0.921 Q_2 \quad (1)$$

$$Q_1 + Q_2 = Q_3 + Q_4$$

ここに、 $Q_1$  : メコン上流の流量、 $Q_2$  : トンレサップの流量、 $Q_3$  : バサクの流量、 $Q_4$  : メコン下流である。 $Q_2$  は順流の場合には正の、逆流の場合には負の値を取る。その他の  $Q$  はすべて正の値しかとらない。上式はもとろん得られた観測値の範囲のみでしか成立はしない。(1)式と観測値との関係は図-5 に示してある。データは1960年から1972年にわたるものを図示してあるが、図の大きさの関係で年次ごとの区別はしていない。この式(1)の関係と図-2 に示された移動砂量  $Q_s$  と流量  $Q$  との経験的關係を用いれば各河川の  $Q$  が与えられていれば、Quatre-Bras で堆積又は侵食される土砂量の推定は一応できるようにも思われる。しかし実際には問題はそうには片づかない。メコン水系の流砂量はそのほとんどが浮遊砂であるために、短期的には非常に激しく変動する。実際問題として、一日のある時刻に得られた浮遊砂量がその日の浮遊砂量として記録されるから、これをもって一月の平均を作るということも問題である。それなら精度良く、各種の水理量を丹念に測定すれば良いといつても、それは言うは易いが実行は困難なことである。もし何かを予測するのに非常に多くの量の測定が必要であるとすれば、それは良い方法とはいえない。従つて何らかの意味でより現場に適した流砂量公式が必要である。

このような実在の河川において忘れてはならないことは土砂の生産の問題である。特に土砂量の大半が浮遊的になると推定されているメコン河の場合には河床からの土砂補給よりは、降雨によって微細な土砂が侵食を受け、その結果河道に流入していると考えられる。従つて浮遊砂が通常の意味で釣合の状態で河道にあるということは考えられず、むしろ非定常な状態にあると考えてよい。図-6 にはメコン上流部の土砂量と流量の状況の一部をあらわしているが、浮遊砂の濃度の大きな変動はこれまでのことをよく衰づけているといえよう。

図-7 には1963年と1971年の、Quatre-Bras の等深線の変化を示す。土砂の堆積、あるいは侵食の様子は一応見当がつくものの、長期的な見通しについては図-4 の結果を越えるものではない。

#### 4. 結 論

Quatre-Bras 地域の土砂問題について現在結論としていえることは次の通りである。

- i) 同地点の流況はある程度の表現が可能である。
- ii) 流砂量についても月別の平均値についていうならばかなりの程度の表現が可能である。
- iii) しかし、上記の数量的な表現を用いての年間を通じての土砂量の堆積の推定は、工学的に見て十分な精度をもち得ない。
- iv) 他の工学的な情報を参考とすれば、現時点においてもかなりの定性的な推定が可能である。

#### 5. 参 考 文 献

1. 徳永美治 他：カンボジア国スタンチニット流域および大湖西岸地域土壤調査報告書，OTCA，1969
2. Hydrological Year Book, 1960-1972, メコン委員会, ECAFE, BANGKOK
3. Bruk, S: An approach to the modeling of the Mekong at

Phnom Penh, Int. Symp. on River Mech., Vol. 3, pp.147-156, IAHR BANGKOK, 1973.

4. Jamme, G. et al: De la mission d'étude des problèmes hydrauliques de la région des Quatre Bras, UNESCO, 1964.
5. Sangsit, S.: Basinwide flood forecasting system for the Lower Mekong Basin, メコン委員会, BANGKOK, 1973,
6. Azam, A.: Sediment movement of Bassac River, AIT Thesis, 1975.

#### 6. 謝 辞

この研究は文部省科学研究費「非線形非定常流れへの有限要素法の適用に関する研究」の援助を受けた。又資料の一部は三裕コンサルタントの提供によるものを筆者が解析した。共に深い謝意を表する。

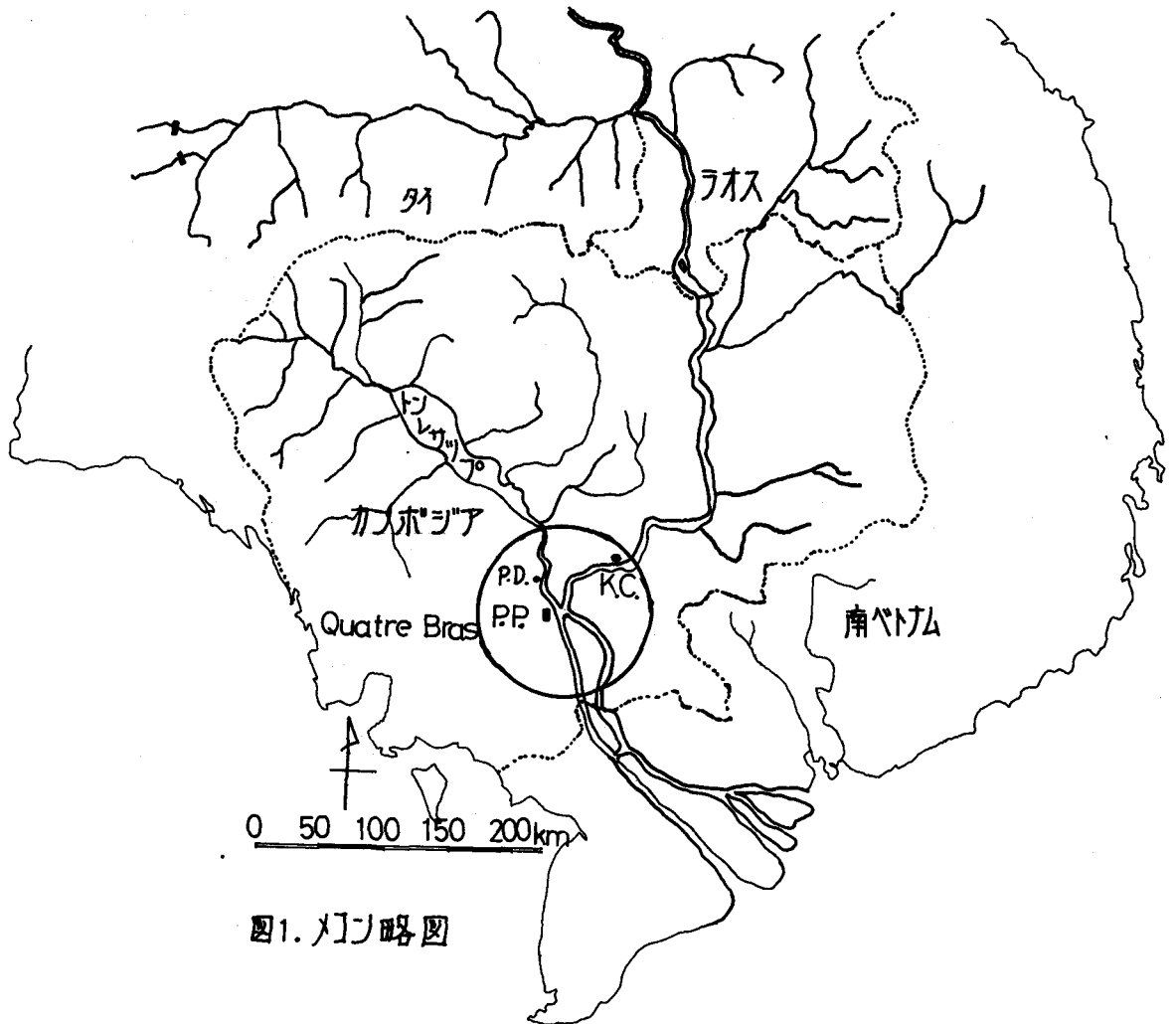


図1. メコン略図

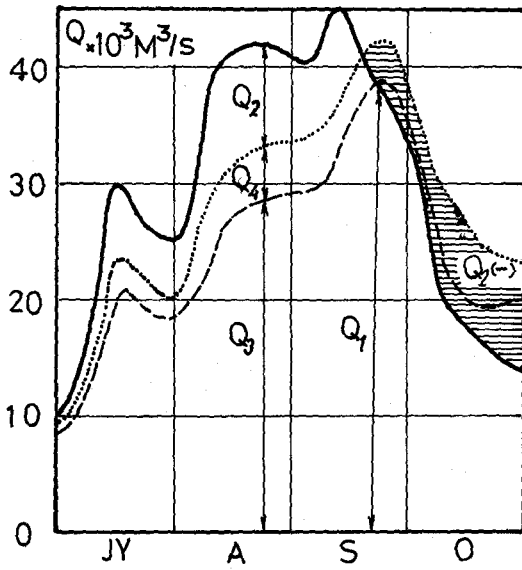


図2. メコン上流の流況の例  
(1972年)

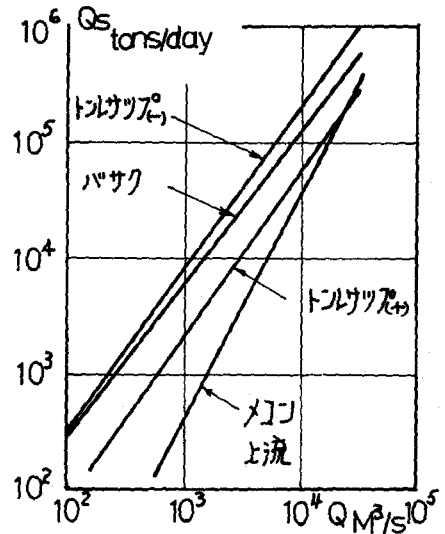


図3 各河川における  
 $Q \sim Q_s$  の関係

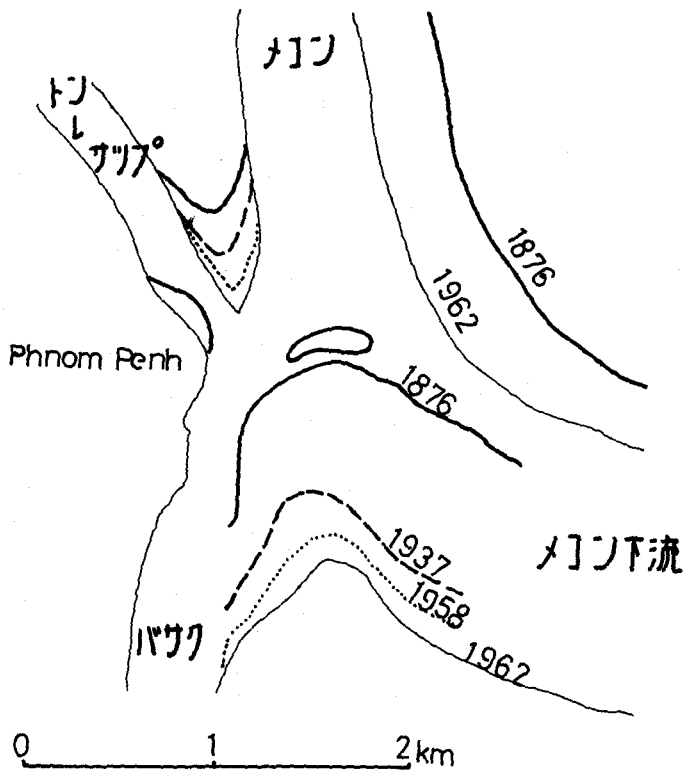


図4. Quatre Bras の経年変化

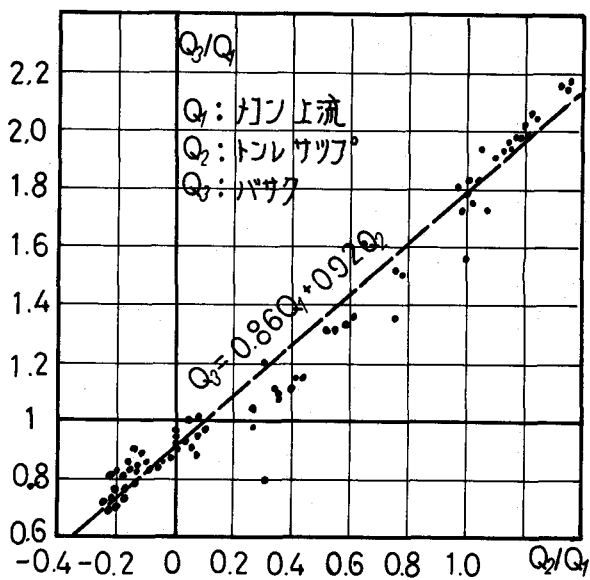


図 5. Quatre Bras の流量間の関係

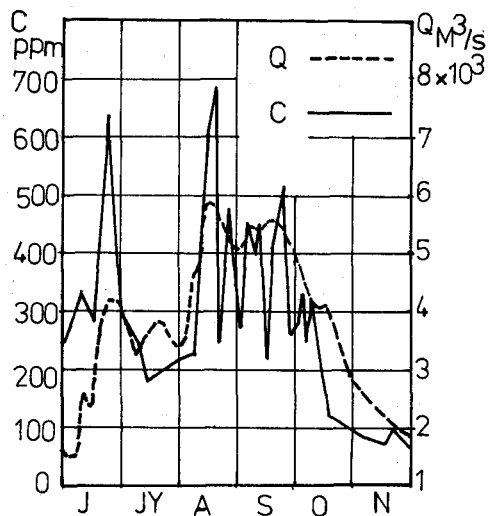


図 6 メン上流の流量と流砂量 (1962 年)

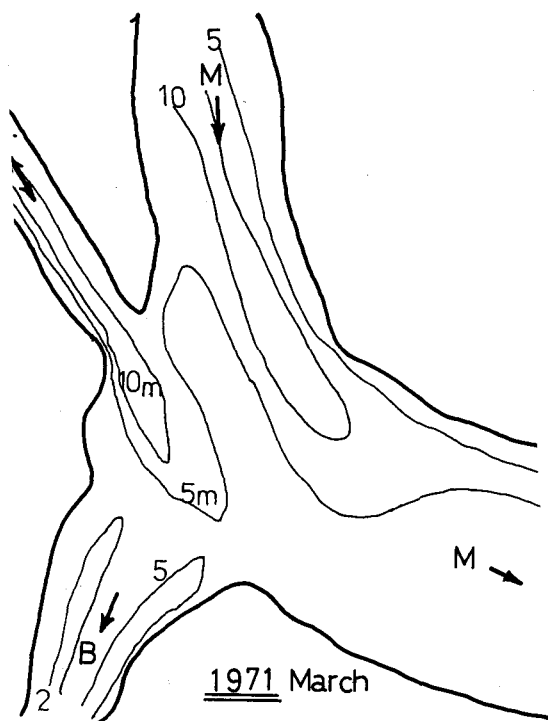
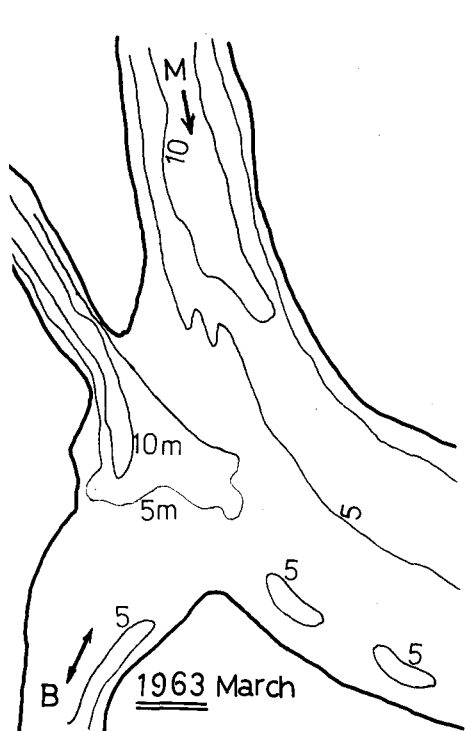


図 7. 河床の経年変化