

九州電力株式会社 正 員 村瀬次男

1. まえがき

河床波の発生の問題は、大方の研究者が水理学の範囲で解けるものと考えているようである。著者は、河床波の発生は河川の流れの存在下での動的秩序形成であり、非平衡定常状態の熱力学の問題であるとする。河床波はプリゴジンの散逸構造であるというのである。

2. 河床波は確率統計現象である

河床波の発生を理論的に研究する場合、河床構成材料である砂れきを連続体と見ると、粒子と見ると2通りがある。著者の研究以外は大抵連続体の考えのようである。しかし、砂粒子と水分子とは大きさが違い過ぎるので、砂を水と同様に連続体とする考えには無理がある。又、砂連続体説は河床波を潜在的に考えていることになる。

著者は砂粒子説を採用し、河床波の形はもちろん、その移動速度も確率的に保障されているに過ぎないとする。即ち、河床波は確率統計現象であるとする。木下の図5・73の交互砂たいの長さのチラバリ¹⁾と図2・3・23の移動速度のチラバリ²⁾とは、著者のこの主張を証する事柄ではないか。

3. 河床波の支配法則はエントロピー生成極小原理である

まえがきでも述べたように、著者は河床波は散逸構造の一サンプルと考える。そこで、河床波の支配法則はエントロピー生成極小原理であるとする。河床波の支配法則は水理学の法則ではないというのである。

河床波に適用された上の原理は、河川流水をエネルギー最大効率で運ぶような河床波のタイプが発生するという内容になる。ヤングがエントロピー生成極小原理と同じ最小エネルギー消費率の法則により河川航行を説明できたのは³⁾、著者の主張を裏付けるものとする。

4. 河床波は砂で出来た水車ガイドベーンである

砂粒子説から、交互砂たいを作る理論モデルとしてはしご形自励振動モデルが演えきされる。仮定するのは $\sigma = 0$ だけである。この自励振動モデルは水力発電所の要素～トンネル、サージタンクおよび水車～を用いて組立てられているので、著者は水力発電モデルとも呼んだ。⁴⁾そして、自励振動モデルは分裂したり、横方向の振動が無くなったりすることで、複列交互砂たいの発生や砂たい、反砂たいの発生を説明できる。

河床波は水面に波を伴う非線形性の強い現象であるので、しご形自励振動モデルは直ちに定量モデルとはなり得ない。しかし、この自励振動モデルから河床波の発生を規定する基本パラメータが推測できる。 B/H ～水路幅員対水深の比、 σ ～砂粒子のステップ長さの度数分布の正規分布よりのカタヨリ、 τ ～単位面積当りの洗掘エネルギー工率、 I ～水路こう配、そして、 x ～河床波の移動速度。

河床波水車ガイドベーン説の旨味はサージタンクの安定理論の研究者ならよく分かると思う。

5. 河床波発生の数学モデルはバタフライのカタストロフィーである

ルネ・トムの新しい数学によると、あるポテンシャル最小（最大）の下での4パラメータ対1行動変数の数学モデルはバタフライのカタストロフィーであるという。そこで、河床波発生の数学モデルはポテンシャル最小をエントロピー生成極小とするバタフライのカタストロフィーと考えられる。4パラメータは B/H 、 σ 、 τ および I であり、1行動変数は x と考えればよい。

これまで河床波の発生領域図を作成する際、パラメータの選定をどんなに工夫しても発生領域の重複

部分は無くならなかつたはずである。これは水理実験の誤差でもなく、パラメータの選定が完べきでないからでもない。河床波の発生がカタストロフィー現象であると考えれば、本質的なことである。

6. 砂のガイドベーンには2種類のサーボモーターがある

河床波が水車ガイドベーンなら、河床波を形作る力はサーボモーターである。ところで、このサーボモーターには2種類が考えられる。一つはシルトおよび粘土を浮遊状態で運ぶ浮遊力であり、もう一つはれきおよび砂を掃流状態で運ぶ掃流力である。著者は前者の水流だ行、河川だ行を浮遊だ行と呼び、後者の水流だ行、河川だ行を掃流だ行と呼んだ。浮遊だ行の交互砂たいは、浮遊物質のステップ長さのチラバリが大きいため偏平で、移動速度はほとんどゼロ（前出木下の図2.3.23を外そうして）と推測される。浮遊だ行は河道変遷の少ないだ行と考えられる。

著者の浮遊だ行は木下のいうデルタ性地帯のだ行のモデルであり、著者の掃流だ行は木下のいう中間地帯のだ行のモデルであると思う。

7. 美しいだ行は弱い自励振動が作る

強い自励振動は拡幅の原因と考えられる。オーバフロー地形のある弱い自励振動が河川だ行の原因と考えられる。河川だ行の場合には水路は曲がっても、幅員は変わってはならない。オーバフロー地形では水ばかりでなく河床物質もオーバフローするが、この河床物質が、例えば左岸が侵食されてへこんだ分だけ右岸を塗り立てて張り出す働きをするわけである。自然堤防のあるはん濫原は、河川だ行の舞台で、自励振動誘起流量（これが支配流量）を維持するためにも、岸を繕うためにも必しゅの地形と考えられる。

河川だ行のある風景は美しい。自然界で美しい物は弱い作用が時間をかけて作ったものばかりである。河川だ行とて例外ではないと思う。

文 献

- 1) 石狩川河道変遷調査, 科学技術庁資源局資料第36号, 1961.
- 2) 同 上 (参考編), 1962.
- 3) C. T. Yang, On river meanders. J. Hydr. 13, 1971.
- 4) 著者ら: 私の曲流発生説とDNAモデル形の地学的意味, 地質学会第86大会講演要旨, 1979.