

東工大 正員 石川 忠晴

○ 島根県 正員 大賀 隆宏

1. はじめに ダムによる洪水調節は、計画規模以内の洪水(通常洪水)に対しては、予め定められたルールによる。しかし計画規模を超える洪水(異常洪水)については明確な規定は無い。通常のルールに従うとすれば、例えば一定量放流ダムの場合、図1のAのように放流し、満水になった時点で過大な放流をしてしまう恐れがある。計画規模を超える洪水はダムの能力の範囲を越えているので防災上の責任は無い、と言えはそれまでだが、しかし水文量の測定技術、予測技術が向上して事前に危険を察知できれば、図1のBのように予め放流量を増加してピークを軽減したいという欲求が生じよう。

ここで重要なことは、いかに予測技術が向上しようとも不確実性が常に存在し、したがって最終的には人間の判断と決断を要するということである。計画規模を超える洪水というのは極めて稀な事象であるから、人間という要素の果たす役割が特に重要になると推察される。

本報告はパソコンを用いたダム操作シミュレーションにより人間の応答を調べた実験の結果を取りまとめ考察を加えたものである。

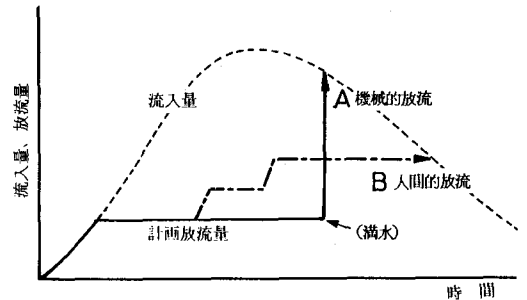


図1 機械的操作と人間的操作

2. 実験の概要 操作途中のパソコンの画面を図2に示す。上段が貯水池水位の時間変化を、下段が流入量と放流量の時間変化を表示する。貯水池の諸元は、設計洪水波形に対して300m/sの一定量放流をすると洪水終了後に丁度満水となるように定められている。設計洪水波形及びその調節結果を画面と同じ縮尺で透明シートに書いたものを被験者に与え、操作中に比較対照できるようにした。貯水池の平面積は一定とした。したがって残存容量を空水深から見て取れる。水深に対応した体積を流量時間面に換算し種々の図形で表わした透明シートを被験者に与えた。将来の流入波形を仮想して画面にシートを重ねれば、適切な放流量の見当を付けることができる。

操作中に被験者に与える情報は、①20分後の流入量、②2時間後の流入量予測値、③3時間ごとに更新される気象情報である。①は正確な数値、②は図2の点線のようにある幅を持つて表示される。被験者が放流量を指定すると、それに対応した2時間後の水位が同様の幅を持つて表示される。それで適当と判断すれば次の時間に進む。適当でなければ再度放流量を入力することができる。

被験者として東工大水工研究室の取員と学生20名の協力を得た。被験者を2つの集団に分け、オ1集団(11名)には「貯水池を満杯にすると図1のAの状態に陥ること」を教唆した。オ2集団(9名)には「計画放流量を越えて放流すると、通常洪水の場合には人災とされる恐れのあること」を強調した後、オ1集団と同じ教唆をした。

各被験者とも計画規模の洪水(RUN1)を1回、通常洪水を2回(RUN3, RUN5)、異常洪水を2回(RUN2, RUN4)、計5回の実験を行った。ただしRUN1の計画規模洪水は計画洪水よりわずかに総流入量を増してあり、一定放流操作では終了間際に貯水池が満杯となる。その意味では異常洪水の中に入る。

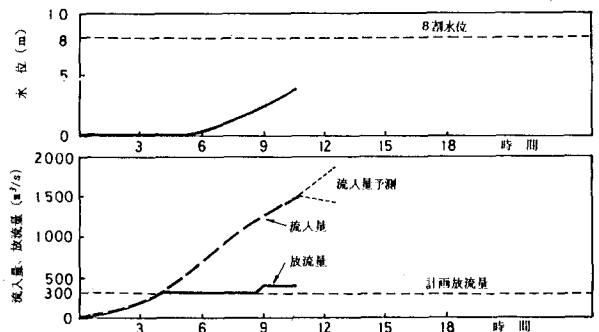


図2 操作途中のパソコンの画面

3. 実験結果と考察 オ1集団の実験では制約条件が緩かったため、被験者が余裕を持ち過ぎ、操作結果がバラバラで明確な特性は見い出されなかった。以下ではオ2集団の実験結果について述べる。

被験者の操作結果を最大放流量で評価した。図1のAの機械的操作の最大放流量を基準として、被験者の努力によりこれから減少した量(9人の平均値)をプロットすると図3のようになる。人的操作は通常洪水に対してネガティブに働き、異常洪水に対してポジティブに働く。このプラスマイナスの評価は、実験条件が必ずしも現実と別れていないので難しいが、マイナス分が小さいことから、降雨予測精度が若干何し通常ルールを放棄する時期の判断が適切になれば人的操作のメリットが増大すると思われる。

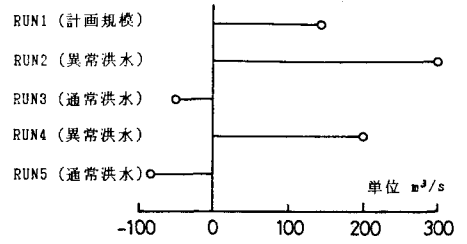


図3 人間的操作と機械的操作の差(最大放流量)

次の4つの因子に関して市販の心理テストを行い、性格と操作結果(5ケース)の対応を調べた。 S_1 : 楽天性、 S_2 : 慎重さ、 S_3 : 野心の強さ、 S_4 : ストレス抵抗力。その結果、有意な相関係数を与える組み合わせは存在しなかった。しかし視覚的には若干の相関性を示す組み合わせがあり、それらは S_3 と S_4 に集中していた。そこで $S_3 \sim S_4$ 面内で凝集型クラス分析を行い、図4に示すように被験者をAからEの5グループに分け、グループごとの平均値の変動を調べた。

図5は性格グループごとに最大放流量をプロットしたもので、棒線がグループ平均値、丸印が個人の結果を示す。個人の結果は試行ごとに変化し、またグループ間でオーバーラップする。しかしグループ平均値で見た場合、通常洪水どおし(RUN3, RUN5)及び異常洪水どおし(RUN2, RUN4)のグラフ形状は極めて類似している。すなわち、Bグループは異常洪水の操作に優れ、通常洪水の操作では過放流の度合いが大きい。Dグループはどちらの洪水でも比較的良い結果を与える。またA, C, Eグループは互いに似た結果を示して区別できない。またこの図は、グループ平均値で見た場合には実際に再現性のあることを示唆する。

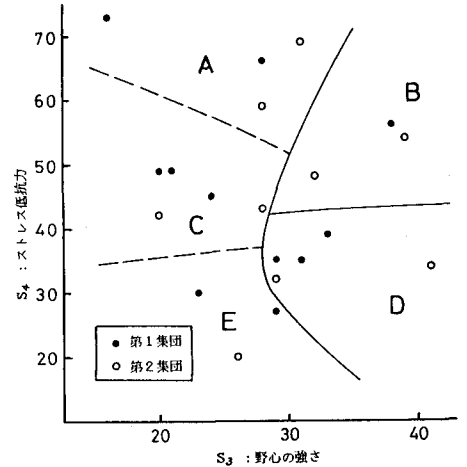


図4 性格テストによるグループ分け

図6は、横軸に異常洪水2ケースの最大放流量の和を、縦軸に通常洪水のそれを取って、各人の結果をプロットしたものである。図中の記号は所属する性格グループを示す。全体として右下りの傾向(破線)にある。これは「放流量を抑えれば通常洪水には良いが異常洪水にはまずい」というトレードオフ関係の表れである。

この図において、Bグループは左上に、Dグループは右下に離れて位置し、A, C, Eグループは混在している。すなわち、いくつかの試行の平均を取れば、図4の性格グループ平均値に関する結論が個人に対してあてはまる。

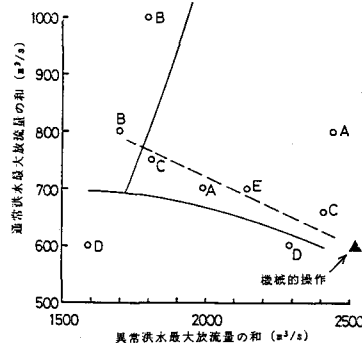


図6 個人の性格と操作結果の相関

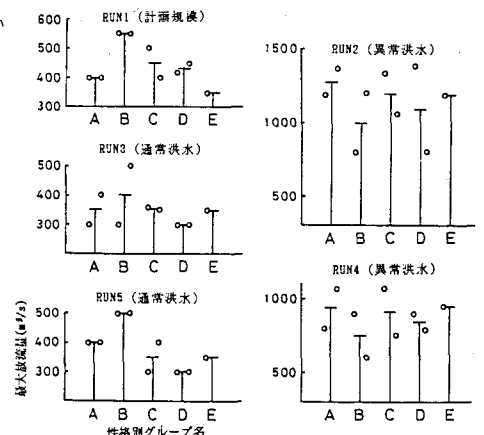


図5 性格別グループと最大放流量