

環境リスク論9,10回

真名垣 聡

ダムの効用リスクを計算する

1-1 背景

元来、我が国はモンスーン地帯にあり降雨量は比較的多いと思われる。実際年間降水量は1700～1800mmと世界平均(950mm)と比べて多い。しかし国民一人値の降水量で換算すると世界平均(30000m³/人/年)の数分の一である。それでも十分であると考えられるがなぜダムが必要になるかという川の流れが一定でないことにあり、時期によっては水不足になる。そこで人工の貯水池(ダム)を建設し、降雨の多い時に水を貯め、少ない時に流すことで調整しているが、それでも2016年には関東で水不足が生じた。

また、降雨時に水を貯めるということは、下流域の洪水を防ぐ役割も担う。川の流量変動を表す指標として「河況係数」がある(表)。この指標は最大流量を最小流量で割ったものである。外国の河川に比較して、非常に大きいことがわかる。つまり、日本の河川は勾配が大きく、雨が降るとあっという間に流れ出てしまうことを意味する。このような流量が安定しない国にとっては流量調整は大きな意味がある。またダムには流量調整以外に、ダムによる水位の落差を作り位置エネルギーを電気に変えて発電することもできる。このような多目的ダムの利用も多い。

ここではまず、ダムがあることでどの程度水を自由に利用できるのか、あるいは洪水を防ぐことができるのかを計算し、実際にダム建設をしたらどの程度の容量が良いのか考えてみる。

表 河況係数

国	河川名	河況係数
日本	利根川	1,782
	黒部川	5,075
	淀川	114
	筑後川	8,671
ヨーロッパ	ライン川	16
イギリス	テムズ河	8
フランス	セーヌ河	34

川のなんでも小事典より引用

1-2 演習課題（提出課題）

以下の3題について課題を提出してください。

1. 降雨量や川を流れる水量を調べる。
2. ダム建設によって利用できる水量がどの程度増えるか計算してみる。
3. ダム建設によって洪水がどの程度防ぐことができるのか計算してみる。

→ 利用できる水と洪水対策を考慮しながら自身でダムを建設するとしたらどのくらいの容量になるのか考えてみてください（別に提出しなくとも良い）。

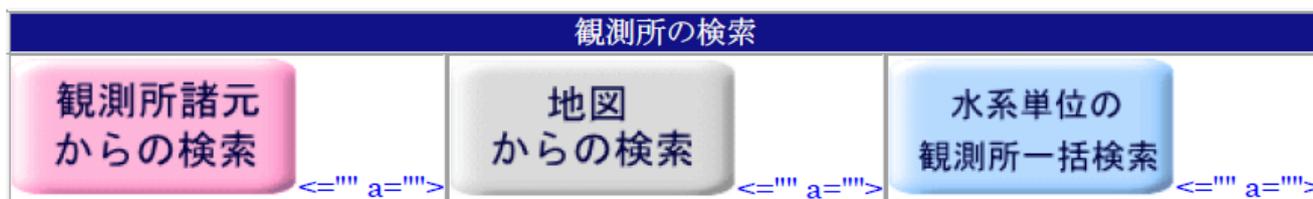
1. 降雨量や川を流れる水量を調べる。

国土交通省河川流量データ：<http://www1.river.go.jp/>

詳細：河川局の「水情報国土データ管理センター」にアクセス。 → 「水門水質データベース」を選択

日平均流量のデータが存在する河川の中から好きな河川を選択する。

→ 地図からの検索をクリックし、自分が選択したい河川を探す



→ 次に水系単位での観測所一括検索から、「水系名」、「観測項目の流量をクリック」し、観測所検索すると該当する観測所が出てくる。この観測所を選択し、「観測データ検索開始」すると水門一括検索とでる。この中から観測所をクリックすると、水門水質観測所情報が出てくる。

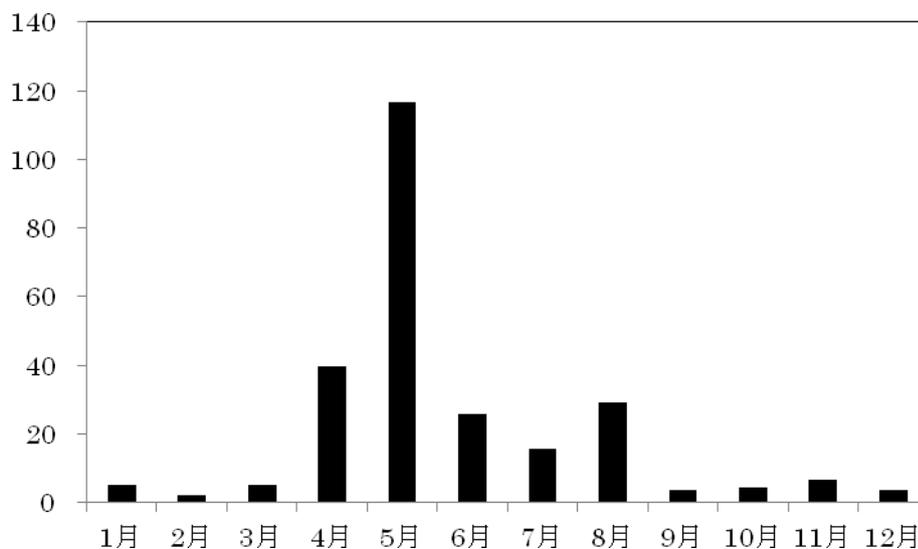
→ この中に「流量年表検索」があればそれをクリック。なければ別の観測所を選び直す。

河川の上流部にダムを建設することが多いので、下流部の選択はさけてください。実際にダムがあれば比較しやすいですが、ダムがない場所に建設すると仮定もできるのでまかせます。

特に選ぶ河川がなければ、

(1)水系名「雄物川」、観測所名「神宮寺」、流量年表検索「2017」を選んでください。頻繁に洪水が起きており、洪水対策で成瀬ダムの建設が予定されております。

→ 年入力をし（データ解析が得意な方は10年単位で取得して構わない）、データを得る。これをExcelにコピーペーストし、日平均流量(m³/秒)のグラフ(ハイドログラフ)を作成する。流量の変動が大きいこと（どの時期に流量が大きくなり、どの時期に少なくなるか）を確認する。



例：ハイドログラフ

2. ダム建設によって利用できる水量がどの程度増えるか計算してみる。

1 で得られた流量データをもとに、ダムをつくることでどの程度利用可能な水量を増やせるか計算する。実際にはダムの建設場所と取水地点が異なる場合が多いと想定されるが、簡略化して両者を同一と仮定する。

以下の表をつくる。

1列目：年月日

2列目：日平均河川流量 $m^3/秒$

3列目：日平均河川流量 $m^3/日 (= 2列目 \times 60 \times 60 \times 24)$

4列目：取水可能量 $m^3/日 (= 3列目の日平均河川流量 - 86400, ただし負になった場合は0とする)$

→ 河川には維持用水と呼ばれ取水せずに下流へ流さなければならない最少量が存在する。これは川の水がなくなってしまうことにより生じる問題を防ぐためのものである。一般的な値として $1.00 m^3/秒 = 86400 m^3/日$ が用いられている。よって取水可能量は日平均流量から維持流量を引いたものとなる。

→ エクセル入力では IF (日平均河川流量 > 維持流量, 河川流量 - 維持流量, 0) とする。

意味するところは、日平均河川流量 > 維持流量が真ならば河川流量 - 維持流量で、偽ならば0とするという意味である。

5列目：取水需要量 $m^3/日$ (500000を入力)

→ 人口100万人の都市が使う都市用水を想定している。流域人口に応じて増減させても良い。また実際には農業用水の需要は田植え時期に多くなるなど日ごとに違う値になることが想定される。

6列目：ダムへの貯留量 $m^3/日$ (取水可能量 - 取水需要量)

IF (取水可能量 > 取水需要量, 取水可能量 - 取水需要量, 0)

→ 取水需要量の方が取水可能量より多い場合は0とする。

7列目：ダムからの希望放流量 $m^3/日$ (6列目が0となるカラムのみ | 取水可能量 - 取水需要量 |、6列目が0以上の場合はこの値は0となる。)

IF (取水需要量 > 取水可能量, 取水需要量 - 取水可能量, 0)

8列目：実際ダム放流量 $m^3/日 (= 7列目)$

IF (前日のダム貯水量 > ダムからの希望放流量, ダムからの希望放流量, 前日のダム貯水量)

9列目：実際取水可能量 $m^3/日 (= 4列目 + 8列目)$

10列目：過不足 $m^3/日$ (実際取水可能量 - 取水需要量)

→ この値が負になる場合は重要を満たせないことになる。

11列目：ダム貯水量 m^3 (前日のダム貯水量 + ダムへの貯留量 - 実際ダム放流量)

→ ダムへの貯留量は無限ではない。最大値がダムの満水貯留量に制限されるので(ダム有効貯水量)、その条件を考慮する。ここではダム有効貯水量を $10,000,000 m^3$ とする。日本の多くのダムは数十から数千万 m^3 となっている。一番大きな奥只見ダムで $4億5800万 m^3$ である。ただしこの値も自分で調べて変えてもかまわない。

→ 前日のダム貯水量の初期値としてダム有効貯水量の70%を仮定する(つまり $7,000,000 m^3$)

実際の計算

上の表をもとにエクセルシートを使って、最低でも1年間、できれば2, 3年間程度計算させる。この表から、ダム貯水量(11列目)が0になる日数を明らかにする。これが水不足日数である。

この値から、ダム有効貯水量の値を複数設定(1000万~4000万)してみてください(おそらくダム有効貯水量が小さければ小さいほど水不足日数が増加することがわかるかと思います。)。どのくらいのダム有効貯水量であれば水不足日数をゼロにできるでしょうか。

3. ダム建設によって洪水がどの程度防ぐことができるのか計算してみる。

ダムのもう一つの役割は洪水防止にあるが、この場合は利水とは反対にダムが空であればあるほど良い。一般に洪水防御計画を立案する場合は、100年に1回などの洪水を対象にする。これを計画洪水という。

ここでは、実際の場合と異なるが1の日平均流量データを使って、ダムによる洪水流量の減少効果をシミュレーションしてみる。

1列目：年月日

2列目：日平均河川流量 $\text{m}^3/\text{秒}$

3列目：日平均河川流量 $\text{m}^3/\text{日}$ (= 2列目 $\times 60 \times 60 \times 24$)

4列目：ダムへの希望貯留量：河川流量 - 一定流量

→ ただし、河川流量が一定流量より小さい場合は0とする。ここで一定流量とはその値以上だと河川が氾濫する可能性を示し、従ってダムへ貯留した方が良いことを示す。値は課題2の維持用水の値($1.00 \text{ m}^3/\text{秒}$)の500倍を採用する ($500 \text{ m}^3/\text{秒} = 4320 \text{ 万m}^3/\text{日}$)。

5列目；ダムへの実際の貯留量：ダム有効容量- 前日のダム貯留量

→ ダム有効貯水量は2000万 m^3 とする。ダムへの希望貯留量 > 0 の時、ダム有効容量が満杯になるまではその値を入れることができる（これが次の日における前日のダム貯留量となる）。言い換えると、ダムへの希望貯留量が0の時は、ダムへの実際の貯留量は0である。前日のダム貯留量 + ダムへの希望貯留量 $>$ ダム有効貯水量となる場合は、ダム有効容量- 前日のダム貯留量はその日に入れられるダムへの実際の貯留量となる。

6列目：理論上のダムから放流して良い量（一定流量- 河川流量）

→ これだけ放流してもまだ氾濫しない量を示す。尚、河川流量が一定流量より大きい場合は0とする。

7列目；実際にダムから放流する量

→ 前日までのダムへの実際の貯留量 > 0 の時、放流できる。その際、ダム放流可能量がダム有効貯水量 (2000万 m^3) 以上の場合は2000万 m^3 とする。

8列目：ダム貯留量（前日のダム貯留量+ダムへの実際の貯留量- ダム実放流量）

9列目：安定化後の調整流量（日平均河川流量- ダムへの実際の貯留量+ ダム実放流量）

実際の計算

ダムがあることによる安定化後の調整流量を計算する。この値と初期の日平均河川流量を比べると流量の変動が小さくなっていることがわかる。2017年雄物川においては、7月23日、8月23日に洪水となった。両日について、変動が小さくなる、つまり次の日(7月24日、8月24日)の調整流量が洪水の日(7月23日、8月23日)と同じ値になるダムの容量を求めてください。値が同じとなっているので仮にダムを建設すると変動が小さく、洪水が起きづらいことを意味しております。

