

黒田官兵衛の水攻めを徹底検証！

名取市立みどり台中学校 2年 安藤 一真

1. 研究の動機, 目的

今年のNHK大河ドラマは、軍師官兵衛で、毎週楽しみに見えています。先日、官兵衛ならではの作戦で、これにより秀吉を天下人に押し上げたといっても過言ではない、備中高松城の水攻めの様子が放送されました。城を囲む地盤が緩く、攻めにくいという点を逆手にとり、周囲の地形をうまく利用して、近くを流れる川から水を引き込み、城を水に沈めてしまうという、大胆な発想の戦法でした。

これを見たとき、いくつか疑問に思うことがありました。

- 川からの水を引き込むだけで城を水に沈めるなんて可能なのだろうか？
- 水かさが増して来たら城兵は水に沈む前に逃げ出す事ができるのではないだろうか？

これに関して父の持っている歴史に関する雑誌 [1, 2] などを見せてもらおうと、当時の城があった位置、地形などが載っているのを見つけました。そこで、実際にどれくらいの雨が降ったら城兵が逃げる間もないくらい早く、城を水没させることができるのかをシミュレーションしてみることにしました。

2. 研究の方法, 内容

水攻めをシミュレーションするために、以下の手順で行うことを考えました。

- (1) 備中高松城のあった地形図を入手して、どのように堤防を築けば水を溜めることができるかを調べる。
- (2) 近くを流れる川（足守川）の水系、流域面積を調べ、どれだけの水を高松城に引き込むことができるかを調べる。
- (3) この地方の年間の降水量を調べ、城を水没させるために必要な雨量と比較して、この作戦が現実的であったかどうかを検証する。
- (4) 最近のゲリラ豪雨、あるいは逆に干ばつのように、極端な気象条件のときに、この作戦は成功したかどうかを検討する。

3. 研究の結果, 考察

(1) 地形の調査

備中高松城の戦いは、天正10年(1582年)に羽柴秀吉が毛利氏配下の清水宗治の居城である備中国高松城を攻め落とすためにおこした戦いである。この高松城の周りの布陣図は Web および文献等 [1-3] により見ることができる。そこでまず始めに、高松城攻略の際の布陣図 [3] を手に入れた。結果を図1に示す。この図からおおよそ高松城の状況を把握できる。



図1 備中高松城付近の布陣図

次に当時の備中高松城のあった地域の現在の地図を WEB から入手した [4]。そのコピーを図2に示す。図は地図と一緒に地形図が見られるようにした。図をみると、高松城の付近は北東の方向を山で囲われ、南西部に流れる足守川によって外敵から守りやすい地形に建てられていたことがわかる。この地形図と古地図を比較して、当時水を堰き止めた箇所およびそれにより水没した領域を推測した。その結果を図2中に水色の線および半透明で色づけした領域で示してある。水没した領域は地形図の等高線を元にして線引きしてある。

水没した領域の面積は下記のようにして求めた。WEBの地図はスケールが入っていないので、地図中に基準面積を設けて、画像の1ピクセルが占める面積を算出し、それをもとにして、水没した面積を算出することとした。

- ・ 地図中に設けた基準面積 : 4.50 km² (その地点の緯度経度から算出)
- ・ 基準面積画像のピクセル数 : 82673 ピクセル
- ・ 水没した領域のピクセル数 : 66177 ピクセル

従って、単純に比例計算により、水没した領域の面積は

$$4.50 \text{ km}^2 \times 66177 \div 82673 = \underline{\underline{3.60 \text{ km}^2}}$$

この領域内はもちろん表面の起伏はあるが、これ以降は簡易計算する上で、平坦な地形であると仮定する。従って、この領域を 1 m 水没させるために必要な水量は

$$3.60 \text{ km}^2 \times 1 \text{ m} = \underline{\underline{3,600,000 \text{ m}^3}}$$



図2 備中高松城付近の地形図と推測した水没エリア

(2) 水量の調査

① 流域面積

当時の記録を見ると、高松城を水没させるために、堰を作って近くの足守川の水を引き入れた とある。そこで足守川の水量を詳細に調査した。始めに足守川の水系を調べ、流域面積を地図上から算出した。図3は足守川の水系をWEB上で調べた結果を示す[4]。図中において、青で色づけした川が、足守川の水系にあたる。他の水系との境を正確に定めるのは難しい。そこで、大まかに他の水系との境を直線で定め、その面積をもって流域面積とした。図中では緑で色づけした領域を流域面積として下記のとおり見積もった。

$$10.0 \text{ km} \times 12.7 \text{ km} = \underline{\underline{127 \text{ km}^2}}$$

② 流量の計算

河川の流量を調べる方法はいくつか提案されている。主に流量は雨量に依存することはわかるものの、流域内の土地の起伏、地表の状態に依存するため、精密に計算することは事実上不可能といわれている。とはいっても、モデル化しないと行けないので、モデルを考案して関係式を求める、合理式(ラショナル法)という方法で行った[5]。



図3 足守川の流域面積の算出

合理法によるピーク流量 Q ($\text{m}^3/\text{秒}$)

1時間あたり r (mm) の雨が A (km^2) の地面に降ったときの水量を求めてみる。

$$\text{(水の体積)} = \text{(雨量)} \times \text{(面積)}$$

$$r(\text{mm}) \times A(\text{km}^2) = 1000 \times r \times A(\text{m}^3)$$

これが1時間 (=3600秒) あたりの水量に相当するので、1秒あたりに換算すると、

$$Q = 1000 \times r \times A(\text{m}^3) \div 3600(\text{秒})$$

$$= (1/3.6) \times r \times A(\text{m}^3/\text{秒})$$

ここで雨として降った水のうち、洪水となって流れ出す水の割合を流出係数 f とおく。 f の値は地表の状態によって異なり、平坦な耕地で 0.45 - 0.6、灌漑中の水田で 0.7 - 0.8、山林で 0.5 - 0.75 程度とされている。また、雨量が多くなるほど f の値が大きくなる。今回の計算では、水田で雨量が多い場合を想定して、 f の値の初期値は 0.85 とした。

これらより、ピーク流量 Q は、以下のように表すことができる。

$$\underline{Q = f \times r \times A \div 3.6}$$

- ・ ピーク雨量 : r ($\text{mm}/\text{時}$)
- ・ 流出係数 : f
- ・ 流域面積 : A (km^2)

(3) 気象条件の調査

① 平年の降水量の場合

秀吉が備中高松城水攻めを行ったのは旧暦の1582年のことである。日時は歴史の記録にあるので、それらを現在の暦に読み直して、平均的に雨量がどの程度であったかを見積もる。高松城の水攻めに関する主なできごとと月日は以下のとおりとなっている。これは旧暦であるので、新暦に換算した月日を併せて示す。

	旧暦	新暦
高松城入り	4月15日	5月7日
水攻め開始	5月11日	6月1日
毛利軍到着	5月21日	6月11日
早朝本能寺の変	6月2日	6月21日
宗治自刃	6月4日	6月23日

このように、高松城の水攻めは現在の季節で6月に入ってからであり、当に梅雨の最中のことであった。現在の岡山市付近における気象のデータを下記に示す [6]。

表1 月別の平均気温、平均降水量（統計期間：1981~2010）

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間
最高気温(°C)	9.0	9.8	13.3	19.6	24.4	27.7	31.4	32.7	28.4	22.5	16.8	11.6	20.6
平均気温(°C)	4.9	5.5	8.8	14.5	19.3	23.3	27.2	28.3	24.4	18.1	12.3	7.3	16.2
最低気温(°C)	1.1	1.4	4.3	9.6	14.6	19.4	23.7	24.7	20.7	14.0	8.2	3.3	12.1
降水量(mm)	34.2	50.5	86.7	92.3	125.0	171.5	160.9	87.4	134.4	81.1	51.2	31.0	1105.9

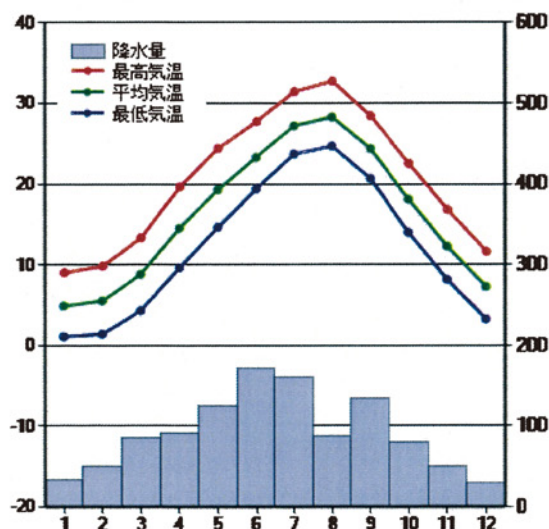


図4 月別の雨温図（統計期間：1981~2010）

この結果より、水攻めを行った6月のこの地域の平均の月間総降水量は171 mm であることがわかる。平均の時間当たりの雨量は

$$171 \div 30 \div 24 = 0.2375 \text{ mm/h}$$

これが河川から城周辺地域に流れ込むとする。これをピーク流量 $r = 0.2375$ とする。この計算では、流出係数 f は地中への浸透を考慮し、先に計算した基準値よりもやや小さい0.8とした。流域面積 A は前に求めたとおり 127 km^2 とおく。

以上より平年の平均雨量を元にして算出したピーク流量 Q_1 は

$$Q_1 = 0.8 \times 0.2375 \times 127 \div 3.6 = 6.7 \text{ m}^3/\text{s}$$

一方、城周辺地域に直接雨水が溜まることによる流量 Q_2 は

$$Q_2 = 0.2375 \times 3.6 \div 3.6 = 0.2375 \text{ m}^3/\text{s}$$

従って、城周辺地域に流入する水量の合計 Q は

$$Q = Q_1 + Q_2 = 6.7 + 0.23 = 6.9 \text{ m}^3/\text{s}$$

これだけの流量の川から水を引き込んで城周辺地域を1mの浸水量で水没させるのに必要な時間 t_{sink} は、

$$\begin{aligned} t_{\text{sink}} &= 3,600,000 \div 6.9 = 521,739 \text{ (秒)} \\ &= 8,696 \text{ (分)} \\ &= 145 \text{ (時間)} \\ &= 6.0 \text{ (日)} \end{aligned}$$

即ち、備中高松城水攻めを執行した年の降水量が平年並みであるとして、川に供給される水量によってのみ備中高松城を1m浸水させるためには6日以上必要であることがわかった。6日の猶予があれば、城兵が何らかの対策をするあるいは逃走するための時間は十分にあり、孤立させる作戦は成功したかどうか疑問であると思われる。また、最も一ヶ月あたりの降水量の多い6月でさえ、浸水させるためにこれだけの日数を要することから、これ以外の季節にこの作戦を執行しても、成功の確率は低くなる。即ち、「高松城水没作戦」は想定内においては最良のタイミングで執行されたことがわかった。

② 降水量の平年からのバラツキの影響

過去30年間の6月の降水量を調べてみると、平年よりも非常に少ない、あるいは、非常に多い降水量を記録した年がある。最少と最大はそれぞれ以下のとおりとなる。

最も少ない降水量	24 mm	2005年
最も多い降水量	438.5 mm	1985年

それぞれの月間降水量から平均時間当たり降水量を算出し、上記と同様にして水没さ

せるのに必要な日数を求めると、それぞれ

2005 年

$$r_{\min} = 24 \div 30 \div 24 = 0.033 \text{ mm/h}$$

$$Q_1 = 0.8 \times 0.033 \times 127 \div 3.6 = 0.93 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_2 = 0.033 \times 3.6 \div 3.6 = 0.033 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = Q_1 + Q_2 = 0.96 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$t_{\text{sink}} = 3,600,000 \div 0.96 = 3,750,000 \text{ (秒)} = 43.4 \text{ (日)}$$

1985 年

$$r_{\max} = 438.5 \div 30 \div 24 = 0.609 \text{ mm/h}$$

$$Q_1 = 0.8 \times 0.609 \times 127 \div 3.6 = 17.2 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_2 = 0.609 \times 3.6 \div 3.6 = 0.609 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = Q_1 + Q_2 = 17.8 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$t_{\text{sink}} = 3,600,000 \div 17.8 = 202,247 \text{ (秒)} = 2.3 \text{ (日)}$$

すなわち、最も降水量の多かった年でも、高松城を 1m 水没させるのには 2 日以上の日数を要することがわかった。一方、降水量が少ない場合は、現実的に水没させることは不可能と思われる。

③ 集中豪雨の場合

月間の降水量はあくまでその一ヶ月に降った雨の総量から時間あたりの降水量を算出して、水没させるために必要な日数を求めている。しかしながら降雨は一ヶ月間平均的に起こるのではなく、ある時間帯に集中しておこる。そこで、昨年度の記録において、短時間に集中して降雨している例を抽出し、城を水没させるための条件を満たすかどうかを調べた。

表 2 昨年度に、一日あたりの降水量、時間あたりの降水量、10 分あたりの降水量、が最大を示したときの日時とその値

	日時	降水量/日	/時	/10 分
最大日降水量	6/26	91.5	(3.81)	(0.64)
最大時間降水量	9/1	(588)	24.5	(4.1)
最大 10 分間降水量	8/11	(1368)	(57)	9.5
平年の条件		5.7	0.24	0.040

表2をみると、平年から算出した結果は、この調査の目的に対しては、あまり役に立っていないことが一目瞭然である。具体的には、水攻めが行われた季節と同じ季節として、昨年(平成24年)の6月26日を取りあげてみる。この日岡山地方ではゲリラ豪雨が発生し、1日あたり91.5 mmを記録している。これを時間あたり、分あたりで計算すると、3.81 mm(時間あたり)、0.64 mm(分あたり)となる。この結果、川から流入する水の流量は

$$Q_1 = 0.8 \times 3.81 \times 127 \div 3.6 = 107.5 \text{ m}^3/\text{s}$$

また、これだけの雨量となると、城周辺に直接降雨する水量も無視できないくらいに多くなってくる。そこで、上記と同様に城の周りを1mの浸水量で水没させるのに必要な時間を求めると、以下の結果となった。

$$r_{\text{guerrilla}} = 91.5 \div 24 = 3.81 \text{ mm/h}$$

$$Q_1 = 0.8 \times 3.81 \times 127 \div 3.6 = 107.5 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_2 = 3.81 \times 3.6 \div 3.6 = 3.81 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = Q_1 + Q_2 = 111.3 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$t_{\text{sink}} = 3,600,000 \div 111.3 = 32,345 \text{ (秒)} = 539.1 \text{ (分)}$$

$$= 9.0 \text{ (時間)} = 0.37 \text{ (日)}$$

即ち、1日あたり91.5 mmの降水量を記録すれば、城を9時間あまりで水没させることができる。これくらいの降水量の豪雨は年中ある訳ではないが、日本中のどこかでは比較的日常的に起こりうる範囲である。

(4) 近年の異常気象条件の考察

本レポートをまとめていたところ、大きなニュースが飛び込んできた。本年度、広島地方に集中豪雨が発生し、多くの方が亡くなったということを報道していた。これだけの多くの方が亡くなるような今年の豪雨の記録は過去のものと比較してどれだけであったかを、高松城の水没を通じて比較してみた。

最大24時間雨量 : 247.0 mm (8/19 4:00 - 8/20 4:00)

最大時間雨量 : 87.0 mm (8/20 2:00 - 3:00)

最大3時間雨量 : 187.0 mm (8/20 1:00 - 4:00)

この値は、岡山でこれまで記録した降水量の約3倍に相当する、大きな豪雨災害である。もしこれだけの集中豪雨が当時の高松城攻めの際に発生していたら、どうなるか。最大時間雨量のデータに基づき、机上でおこなった計算を試みる。

$$r_{\text{guerrilla}} = 87 \text{ mm/h}$$

$$Q_1 = 0.8 \times 87 \times 127 \div 3.6 = 2,455.3 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_2 = 87 \times 3.6 \div 3.6 = 87 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = Q_1 + Q_2 = 2,542.3 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$t_{\text{sink}} = 3,600,000 \div 2,542.3 = 1,416 \text{ (秒)}$$

$$= 23.6 \text{ (分)}$$

$$= 0.39 \text{ (時間)}$$

$$= 0.02 \text{ (日)}$$

即ち、本年度広島で発生した豪雨の条件を適用すると、高松城はわずか 0.4 時間で水没してしまう。

4. 感想と今後の課題

1582年に起こった黒田官兵衛と羽柴秀吉による備中高松城の水攻めが、実際に可能かどうかに関して、できるだけ当時の状況を再現するように条件を考慮して、シミュレーションをおこなってみました。当時の降水量がどれだけであったかによって結果が異なると予想されたので、現在の岡山市における気候を調べて、この地域で現実的な降水量を仮定して、水没させることが本当に可能かを計算してみました。結論としては、通常の年の平均的な降雨量では水没させるのは困難であるが、ゲリラ豪雨とよばれるような集中豪雨があれば十分に可能であることがわかりました。特に、今年この地方で起こった豪雨を条件にいれると、この地域はわずか 0.4 時間で水没してしまうと言う結果には本当に驚きました。

この結果を考えると、当時の黒田官兵衛、羽柴秀吉が、豪雨を想定してこの作戦を考えていたかどうか疑問として残りました。計算上は通常の雨量では水没は困難であることから、この作戦の成功率は五分五分の状況で実行されたものであると推察されます。ただし、黒田官兵衛のその後の活躍を知ると、このときも、あるいは数日中にこの地域に十分な雨が降り、水没は可能であるということを知っていたかもしれません。周辺地域の農民等から例年および本年の降雨の情報を聞き出していたと考えるのが妥当であると思います。

最初はできるだけ忠実に再現しようと考えて始めましたが、考えれば考えるほどいろいろな条件が関わっていて、条件の設定次第では異なった結論に達することも、もしかしたらあるかもしれないと感じています。今回、歴史の検証は難しいことを実感しましたが、せっかくここまで調べてきたので、より詳細な条件も考慮してシミュレーションの精度をあげて計算してみたいと感じました。

参考文献およびインターネットホームページ

1. 新説 中国大返し, 新説 戦乱の日本史 第二回, 小学館, 2008年2月
2. 黒田官兵衛, 歴史探訪シリーズ, 晋遊社, 2013年3月
3. <http://blog.goo.ne.jp/1945ys4092/e/3ed9c32f177c9a0b7bbb73294d4f5437>
4. <http://river.longseller.org/>
5. <http://doboku.ezwords.net/yougo/>
6. <http://weather.time-j.net/Stations/JP/okayama>
7. 岡山地方気象台ホームページ