

嘉瀬川流域におけるダムによる今後の治水適応策の検討

佐賀大学 学生会員 阪本こなん 正会員 押川英夫 九州大学 正会員 田井明 名誉会員 小松利光

1. はじめに

近年地球温暖化によると思われる災害外力の増大が実感されるようになってきており、少子高齢化などの影響も鑑みると、大規模な防災施設の新設や積極的な施設更新が長期的に続くとは考え難く、既存インフラの有効利用などの智慧を絞った防災対策が将来的には必須になるものと考えられる。そこで本研究は、将来の極端豪雨を対象に嘉瀬川流域に既設の北山ダムと嘉瀬川ダムを連携運用する治水適応策について検討した。

従来のダム群による治水の考え方は、個々のダムで設定最大放流量を定め、それぞれのダムで非常用洪水吐きから水が流れないように洪水処理を行うものである。一方、嘉瀬川のようにダムが直列配置された場合、上流側のダムでは非常用洪水吐きからの越流を許容するカスケード方式の適用も考えられる¹⁾。本研究では、上流側に位置する利水用の北山ダム（有効貯水容量 2200 万 m³）と多目的の嘉瀬川ダム（有効貯水容量 6800 万 m³、洪水調節容量 1750 万 m³）の利水容量の一部を事前放流等により治水にも用いることで、将来の温暖化後の大規模洪水に備えることについて検討した。

2. シミュレーションの概要

温暖化に対する治水適応策の検討対象となる豪雨イベントについては、d4PDF(: database for Policy Decision making for Future climate change)を基に決定した²⁾。ここでは、地球表面の平均気温が 4°C 上昇した近未来における気候（2090 年頃に相当）を再現した d4PDF の 4°C 上昇実験の 5400 年分の計算結果を統計処理して用いた。嘉瀬川における現行の治水計画が 2 日間雨量(648mm)に基づいていることから、流域内の該当箇所 1 点で最大の 48 時間降水量 1264mm の豪雨イベントを本研究における将来気候下の検討対象（以後、将来豪雨と呼ぶ）とした（後述の図 2 中のハイトグラフ参照）³⁾。

流れの解析には DHI の MIKE11⁴⁾を用い、主要な支川として初瀬川・山中川、神水川、浦川、大串川、天河川、小副川、名尾川を考慮した嘉瀬川の上流域の次元不定流解析を行った（図 1 参照）。流域一様に将来豪雨を降らせ、図 1 に示した支川毎の流域面積と iRIC の SRM(:Storage Routing Model)を用いた流出解析により、上流側の境界条件となる支川毎の流量を求めた⁵⁾。

本研究では、計算領域下流端の官人橋（低平地である佐賀市街地の上端）地点における各条件の最大流量や洪水制御に必要なとされるダムの治水容量を比較することで洪水制御効果を検討した。参考として、ダムがない場合 (Case0)の官人橋における流量ハイドログラフを将来豪雨のハイトグラフと併せて図 2 に示す。これより、将来豪雨時の官人橋におけるピーク流量は 4354m³/s になることが分かる。

3. 結果および考察

まず、比較のための現在のダムによる治水レベルとして、利水ダムで治水容量を持たない北山ダムを満水にし、嘉瀬川ダムの現在の治水容量（1750 万 m³）のみで洪水制御を行った場合の官人橋のピーク流量を求めた (Case1)。その際、各ダムからの設定最大放流量(無害放流量) Q_a については、北山ダムでは現状にある程度即した $Q_{a1}=300\text{m}^3/\text{s}$ 、嘉瀬川ダムでは河川整備基本方針程度の $Q_{a2}=770\text{m}^3/\text{s}$ とした^{3), 6)}。現在の治水計画の 648mm の降雨に対して 1264mm の超過洪水を対象としていることから、当然の結果として嘉瀬川ダムからの越流が生じており、官人橋のピ



図 1 嘉瀬川の上流域と考慮された支川

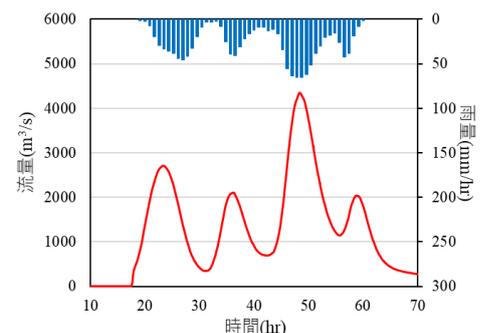


図 2 将来豪雨と官人橋の流量の時系列

ーク流量は現在の計画高水流量 $2500\text{m}^3/\text{s}$ を著しく超えた $3405\text{m}^3/\text{s}$ となっていた。従って、ダム無しの Case0 と比較して 22%低減されているものの、河川整備基本方針に則った河道整備では不十分で何らかの治水適応策が必要となることが分かった。

次に、嘉瀬川ダムに加えて北山ダムの治水利用が可能な場合の（直列配置されたダム群による）従来型の洪水制御として、各ダムの制限水位を調節することで北山ダムと嘉瀬川ダムが越流しないで洪水を制御できる限界の治水容量を求めた (Case2)。結果の例として、Case2 における主要地点の流量を図 3 に示す。これより、Case2 では各ダムの貯水容量以内

の制御が可能で、北山ダムで有効貯水容量の 86%の 1890万 m^3 、嘉瀬川ダムでは現在の治水容量 (1750万 m^3) 以内で有効貯水容量の 25%の 1723万 m^3 が必要となることが分かった。図 3 から分かるように、Case2 における官人橋のピーク流量は $2823\text{m}^3/\text{s}$ で現状の Case1 と比較して 17%低減されているものの、官人橋における現在の計画高水流量 $2500\text{m}^3/\text{s}$ よりも大きな流量が流れていることから、さらなる治水適応策が必要である。

北山ダムは本来利水ダムであることから、治水容量は出来る限り少なく抑えることが望ましい。そこで、上流側のダムでは非常用洪水吐きからの越流を許容するカスケード方式を採用して¹⁾、下流側の嘉瀬川ダム（条件は Case2 から変えない）が越流しない範囲で北山ダムに必要とされる治水容量を求めた (Case3)。その結果、北山ダムでは 1870万 m^3 の治水容量が必要で、Case1 よりも 1.1%の治水容量を低減できることが分かった。

次に、現在の延長線上の適応策として、治水容量をもたない北山ダムは満水のままで、嘉瀬川ダムのみで治水する適応策を検討した (Case4)。その結果、嘉瀬川ダムに必要な治水容量は 3384万 m^3 （有効貯水容量の 50%）で、現在の 1750万 m^3 と比較してかなり (93%)大きくなる。また、図 3 より嘉瀬川ダムへの流入量が Case2 では $1430\text{m}^3/\text{s}$ であったのに対し、Case4 では $1994\text{m}^3/\text{s}$ と顕著に大きくなることから、将来豪雨に対しては嘉瀬川ダムの上流側で何らかの適応策が必須となる。

既述した Case1 から Case4 では、何れも現在の計画高水流量 $2500\text{m}^3/\text{s}$ および河川整備計画の $1500\text{m}^3/\text{s}$ を大きく上回っており何らかの適応策が必要である^{3),6)}。そこで、官人橋のピーク流量が $2500\text{m}^3/\text{s}$ となる場合の嘉瀬川ダムの無害放流量 Q_{a2} を求めた上で、北山ダムからの越流を許容するカスケード方式で下流の嘉瀬川ダムから越流しない限界の各ダムの治水容量を求めた (Case5)。その結果、嘉瀬川ダムの Q_{a2} は現在の河川整備計画における嘉瀬川ダムによる洪水調節後の放流量 $430\text{m}^3/\text{s}$ と同程度の $447\text{m}^3/\text{s}$ となり、北山ダムでは有効貯水容量の 86%の 1886万 m^3 、嘉瀬川ダムでは有効貯水容量の 96%の 6516万 m^3 の治水容量が必要となることが分かった^{3),6)}。これより利水用の北山ダムと多目的の嘉瀬川ダムの貯水容量を目一杯利用できれば、現在の無害放流量程度を目標とする河道改修などを併せることで将来豪雨による洪水を制御できることが分かった。

4. おわりに

本研究により、既存インフラを存分に活用できれば、河道改修などを併せることで将来の極端豪雨下においても嘉瀬川流域で洪水制御が可能となることが分かった。その際、現在は利水ダムとして用いられている北山ダムにも治水容量が必要になるものと考えられる。またその場合、カスケード方式を採用することで、治水容量を可能な限り低減した治水が可能となる。

謝辞: 本研究の一部は、JSPS 科研費 17K06581 および、文部科学省気候変動適応技術社会実装プログラム (SI-CAT) の支援のもとに実施された。ここに記して謝意を表します。

参考文献 1) 押川英夫, 小松利光, 土木学会論文集 B1 (水工学), Vol.70, No.4, pp.I_1555-I_1560, 2014. 2) <http://www.miroc-gcm.jp/~pub/d4PDF/> 3) http://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/shaseishin/kasenbunkakai/shouikikai/kihonhoushin/060921/pdf/ref1-3.pdf 4) DHI : MIKE 11 Reference Manual, 524p., 2009. 5) <http://i-ric.org/ja/> 6) 国土交通省九州地方整備局, 嘉瀬川水系河川整備計画—大臣管理区間一, 平成 19 年 10 月, 109p.

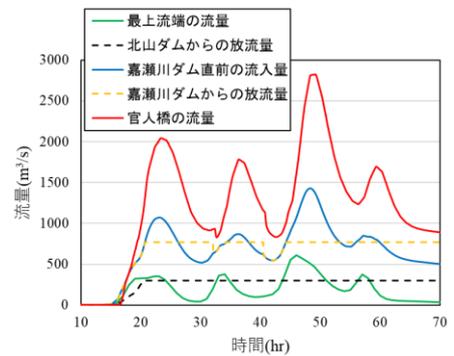


図 3 Case2 における主要地点での時系列