

千曲川・犀川流域の流域治水の 取り組みについて ～雨水貯留対策による効果の一考察～

保倉 篤¹・工藤 裕之¹

¹千曲川河川事務所 流域治水課（〒380-0903 長野県長野市鶴賀字峰村74）

令和元年東日本台風により、水害や土砂災害が発生し、人命や社会経済への甚大な被害が生じた。そこで長野県内において、信濃川水系（信濃川上流）流域治水協議会を設立し、関係機関が協働して流域治水に取り組み、防災・減災に努めているところである。

本論文では、千曲川および犀川流域における流域治水対策として「ため池」に着目し、「ため池」運用による流出抑制効果の一試算を行ったので報告する。

キーワード 流域治水，ため池，流出抑制効果

1. はじめに

わが国では、これまで多くの水害を受けてきたため、古来より流域治水対策を進めてきた。それでも、“平成27年9月関東・東北豪雨”や、熊本県を中心とする九州地方および中部地方などに記録的な豪雨をもたらした“令和2年7月豪雨”，そして千曲川・犀川流域で戦後最大となる“令和元年東日本台風”が発生するなど、近年では全国的に大規模な水害が発生している。そこで、国土交通大臣から社会資本整備審議会会長に対して、「気候変動を踏まえた水災害対策のあり方について」が諮問され、令和2年7月に答申として「総力戦で挑む防災・減災プロジェクト」がとりまとめられた。この答申を踏まえて、河川・下水道管理者等による治水に加えたあらゆる関係者（国・都道府県・市町村・企業・住民等）により流域全体で行う治水「流域治水」へ転換が図られることとなった。長野県内においても、令和3年3月に信濃川水系（信濃川上流）流域治水協議会が設立され、関係機関が協働して流域治水プロジェクトに取り組み、防災・減災に努めているところである。

このような状況の中、地球温暖化の影響による気候変動に伴い、洪水の激甚化および頻発化による水害リスクの増大が懸念されている。そこで、気候変動にも対応させるべく、信濃川水系（信濃川上流）流域治水協議会（図-1）を経て、令和6年3月に流域治水プロジェクト2.0として更新された。

以上を踏まえて本論文では、長野県内における千曲川・犀川流域と降雨特性について報告する。次に、流域



図-1 信濃川水系（信濃川上流）流域治水協議会の様子
（令和6年1月31開催）

治水プロジェクトから気候変動に伴い更新された、流域治水プロジェクト2.0の取り組みについて報告する。さらに、千曲川および犀川流域における流域治水対策として「ため池」に着目し、「ため池」運用による流出抑制効果の一試算を行った結果を報告する。

2. 千曲川・犀川流域と降雨特性

(1) 千曲川・犀川流域に出水をもたらす降雨特性

信濃川水系は、長野県、山梨県および埼玉県にまたがる甲武信ヶ岳からはじまり、長野県では千曲川と呼ばれている河川である。この千曲川は延長214kmあり、新潟県の信濃川の延長153kmまでを結ぶ幹川流路延長367kmの国内1位の長さを持ち、流域面積は11,900km²の国内3位

の広さを持つ一級河川である。また、長野県には千曲川の他に犀川などの支川もあり、これらの広大な流域は、長野県全体の53%(7,163km²)を占めている。

また、千曲川の下流部の地形特性として立ヶ花および戸狩の二大狭窄部がある。この立ヶ花および戸狩は、上下流の河道と比較して川幅が1/6~1/9程度に狭くなる。このため、洪水が発生した場合、流速が低下することで土砂の堆積および水位の上昇により、堤防越水リスクが高まる。さらに、高い水位が長時間継続することによって、堤防の漏水や法面崩壊が、合流する支川では内水氾濫のリスクが高まる。

(2) 千曲川・犀川流域に出水をもたらす降雨特性

長野県で発生する大雨のパターンとしては、台風性降雨および前線性降雨の2種類がある。過去の出水事例によれば、台風性降雨は千曲川本川流域で降雨が集中する傾向にあることが明らかになっている。近年では、令和元年東日本台風の発生により甚大な被害を受けた(図-2)。千曲川の基準地点である立ヶ花地先では、既往最高水位12.46mおよび既往最大流量8,387m³/sを観測した。このように記録的な洪水であったことから、穂保地先では堤防が決壊し、その他の千曲川本川の広域でも堤防の越水氾濫や内水氾濫が生じた。また家屋の被害としては、全壊家屋1,077戸、半壊家屋2,638戸、床上浸水3,864戸、床下浸水4,433戸であった¹⁾。一方、前線性降雨は犀川流域で降雨が集中する傾向にあることが明らかになっている。

a) 台風性降雨の特徴

台風の進路によって、台風の勢力や雨量が異なる。図-3に示すとおり、千曲川・犀川流域に大雨をもたらす台風としては3つの進路がある²⁾。

1つ目は、中央部縦断コースで、千曲川流域を縦断して日本海に抜ける特徴がある。2つ目は、東側北上コースで、関東地方を縦断して東北地方から海上に抜ける特徴がある。近年では、令和元年東日本台風が該当される。3つ目は、南岸東進コースで、関東地方に接近または上陸して日本の東海上に抜ける特徴がある。

なお、令和元年東日本台風をはじめとする台風性降雨は、短時間に降雨が集中するため、急激に流量が増加し、かつピーク流量は大きくなる。そのため、降雨時間が短くてもピーク流量が大きくなりやすい(図-4)。

b) 前線性降雨の特徴

令和3年8月洪水をはじめとする前線性降雨は、降雨継続時間が長く総雨量は多くなるが、流量の増加は緩やかで、かつピーク量は大きにならない。そのため、短時間の降雨量は少ないことから、多量の降雨でもピーク流量は大きくなりにくい(図-5)。



図-2 令和元年東日本台風の被災状況



図-3 千曲川・犀川流域に大雨災害をもたらした台風の代表的なコース²⁾

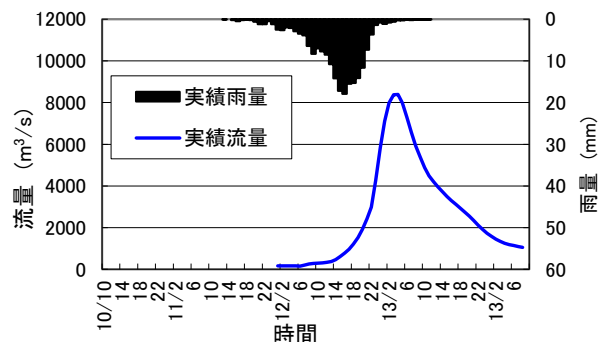


図-4 台風性降雨の特性(令和元年10月洪水 立ヶ花)

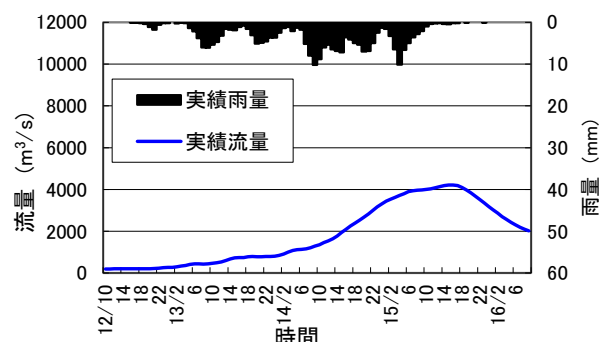


図-5 前線性降雨の特性(令和3年8月洪水 立ヶ花)

3. 流域治水プロジェクト2.0の取り組み

地球温暖化の影響によって、数十年後には気候変動が増大するといわれている。そのため、気候変動の増大により、降雨量や流量は従来よりも激しくなることが懸念される。ここで、気温は2℃上昇すると降雨量は約1.1倍に、流量は約1.2倍に増加すると想定されている。これまで目標としていた治水安全度に対して、気候が変動しても従来計画と完了時期を維持させたまま達成できるように、あらゆる関係者が協働で、様々な手法を活用した対策の一層の充実を図ることが必要となる。

図-6に気候変動に伴う水害リスクの増大と対策後に想定している効果を示す。これによれば、千曲川および犀川の国管理区間では、気候変動（2℃上昇、降雨量1.1倍、流量1.2倍の増加）に伴う水害リスクとして、現状で想定される浸水世帯数が約4.5万世帯であるのに対し、約5.6万世帯に増大すると想定されている。そこで、図-7に示すとおり、信濃川水系流域治水プロジェクト2.0として対策を講じることで、気候変動による水害リスクの増大にも対応した、水害に強い地域を目指していく。具体的には、“氾濫をできるだけ防ぐ・減らすための対策”、“被害対象を減少させるための対策”、“被害の軽減、早期復旧・復興のための対策”に区分して、目標達成に向けた工程を短期（概ね5年間）、中期（概ね10～15年間）、中長期（概ね20～30年間）に示して、実施主体間の連携を促進している。信濃川水系全体において、流域治水として取り組む各施策のうち、雨水流出抑制効果として田んぼダムやため池に期待がもたれる。その中で、広域的・地形的な観点から、上流域は山間部であり、ため池も多岐あることから、ため池の流出抑制の取り組みや、貯留対策効果を把握することとした。第4章では雨水貯留におけるため池の取り組みを、第5章ではため池の流出抑制効果の一試算を紹介する。

4. 雨水貯留におけるため池の取り組み

流域治水の観点で、信濃川水系においても河道掘削、遊水地、堤防整備などの河川整備、ため池や田んぼダムの取り組みによる雨水流出抑制、学校グラウンドなどを活用した雨水貯留施設などの整備・運用等、積極的な取り組みが行われている。このように、流域治水といっても多々ある中で、近年、全国的に頻発化する洪水に対して、降雨の流出を抑制する方策の一つとなり得る「ため池」の取り組みを紹介する。

ため池は、かんがい期に水を貯めているが、水位を下げ管理することによって、豪雨や地震時にため池堤体からの越流による決壊のリスクを減らす効果がある。さらに、空き容量を確保することにより、流れ込む雨水を

貯め、ため池の下流に流れ出る水量を減らす洪水調節の効果もある。ただし、水位を下げすぎることにより、営農に影響が及ぼさないように地域の実情にあわせて取り組む必要がある。

一方、非かんがい期は水を利用しないが、落水や低水位管理を行うことで、台風などの豪雨の際、ため池で雨水を貯めることができる。これにより、下流域における家屋や農地などを守ることに繋がる。

以上より、ため池は雨水貯留対策による効果が期待できる。長野県では、流域治水の観点で、減災対策の一つとして関係するため池を活用した運用を管理者からの理解および協力により得る施策を順次行っている。表-1に実施済のため池の空き容量を示す。これによれば、計画策定時である令和3年2月の18箇所からはじまり毎年増加して、令和5年実績では420箇所(670万 m^3)にまで拡大している。このことから、雨水貯留としたため池の取り組みは着実に進んでいることがわかる。

表-1 ため池の理解・協力が得られた箇所および空き容量

	箇所	空き容量(m^3)
計画策定時（令和3年2月）	18	-
令和3年実績	212	550万
令和4年実績	328	570万
令和5年実績	420	670万

5. ため池による流出抑制効果の一試算

(1) 試算条件

ため池の運用により、どれだけ流出抑制効果が期待できるか検討するため、ため池で初期水位を低下させることによる流出抑制効果を試算した。試算条件としては、長野県内における流域市町村を対象に、ため池の容量を整理した。ここで、流域市町村は560 km^2 の区域にある80箇所の防災重点ため池を対象の範囲とし、全てのため池において、初期水位を低下させることとした。放流量は、貯水位が洪水吐高に達するまでは全て貯留でき、洪水吐高に達した時点で流入されると仮定した。面積は、防災重点とされるため池の流域面積から、容量は、防災重点とされるため池の非かんがい期における低水位管理の空き容量から算出した（図-8）。また、第2章で述べたと

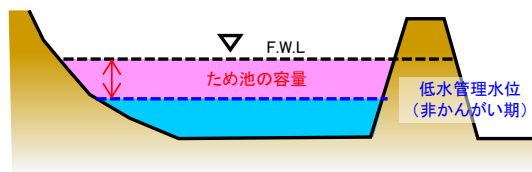


図-8 容量の算出方法

おり、台風性降雨および前線性降雨の特徴があることから、各降雨特性を踏まえて試算した。

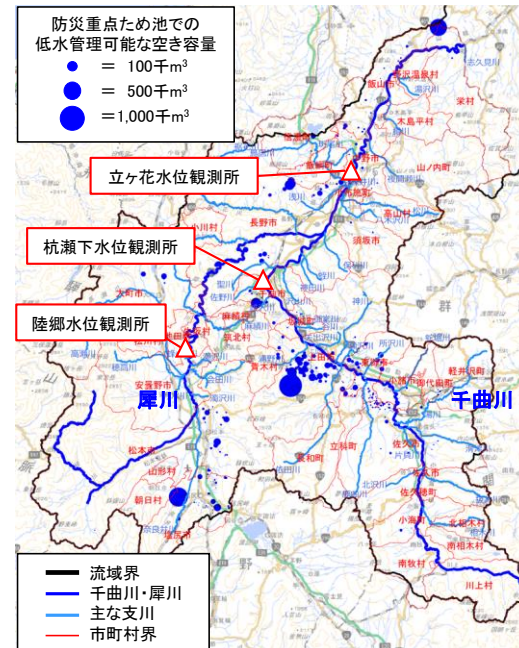
なお、今回検討した試算は、河川整備計画規模(1/50)の洪水を条件としている。そのため、総雨量の大きい規模の洪水を対象としていることから、小規模および中規模の洪水では試算結果が異なることが考えられる。

(2) 試算結果

低水管理可能な空き容量を図-9に、各水位観測所における貯留量とピーク流量の低減効果を表-2に示す。これらによれば、立ヶ花に着目すると、想定される全てのため池の容量を最大限に活用した場合、貯留量では約4,700千 m^3 （試算結果：4,247千 m^3 ～5,290千 m^3 ）である。なお、この時の流量は約50 m^3/s （試算結果：33 m^3/s ～61 m^3/s ）低減させる効果があることを確認できる。

また、降雨特性の違いによるため池の効果を図-10に示す。これによれば、台風性降雨では洪水初期から洪水ピーク時も含めて効果的であることを確認できる。一方、前線性降雨では、洪水初期を中心に効果的であることを確認できる。これは、弱い強度の雨量が長時間続く前線性降雨では、洪水のピークが到達する前にため池の容量が満杯になってしまうためである。一方、強い強度の雨量が短時間の台風性降雨では、洪水のピークを過ぎてから容量が満杯となるため、流出抑制効果が期待できる。

※非かんがい期（盆明け～10月末）



防災重点ため池の低水管理可能な空き容量（長野県提供資料）を集計

図-9 低水管理可能な空き容量

表-2 各水位観測所における貯留量とピーク流量の低減効果

	水位観測所		
	立ヶ花	杭瀬下	陸郷
貯留量(千 m^3)	約4,700	約2,600	約1,300
ピーク流量の低減効果(m^3/s)	約50	約50	約10

※非かんがい期（盆明け～10月末）

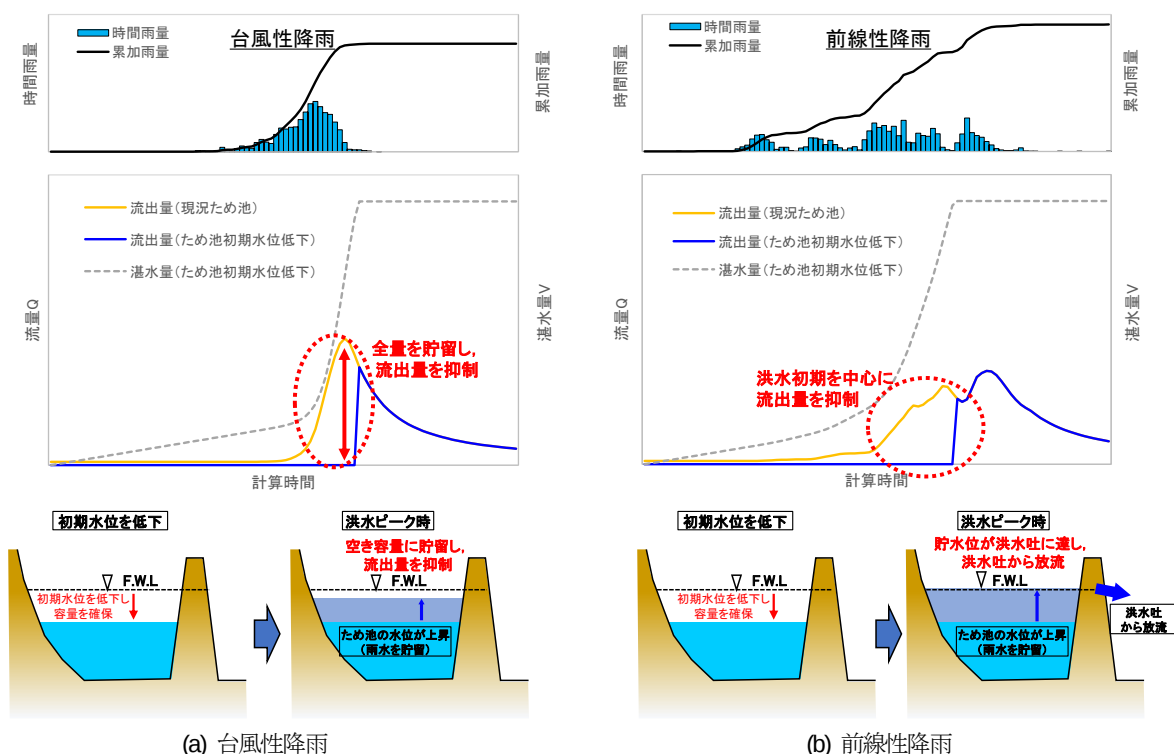


図-10 降雨性の違いによる雨水貯留施設の効果

6. おわりに

本論文では、はじめに長野県内における千曲川・犀川流域と降雨特性について報告した。次に、流域治水プロジェクト2.0の概要を踏まえて、雨水貯留施設としてのため池の取り組み、および運用による一試算について報告した。試算の結果、非かんがい期において、想定される全てのため池の容量を最大限に活用することと、河川整備計画規模(1/50)の洪水を条件とした場合、立ヶ花において、ピーク流量は約 $50\text{m}^3/\text{s}$ の低減効果が、貯留量は約 $4,700\text{千m}^3$ 確保可能なことを確認できた。

また、令和3年2月に流域治水として計画策定されてから、ため池管理者の理解および協力が得られ、着実に雨水貯留の取り組みが進んでいると共に、今後も継続していく必要があることを確認できた。一方、図-11に示すとおり、ため池や田んぼダム等の一つ一つでは、大きな効果をもたらすものではない。しかしながら、相対的に複数で行うことで、効果は増していく。そのような意味からも、気候変動に伴う洪水の激甚化および頻発化による水害リスクの増大に対応できるよう、一部地域での施策実施ではなく、流域全体で展開していくことが重要といえる。そのため、流域治水プロジェクト2.0が推進されるように、「流域域治水の自分事化」の取り組みとあわせて、流域治水の実践および深化に努めたい。



図-11 各施設がピーク流量を抑制する効果のイメージ

謝辞： 本論文の執筆にあたり、ご指導を賜った関係者の皆様に感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 長野県：第36回災害対策本部員会議（令和元年12月13日）
- 2) 信濃毎日新聞社：寛保2年の千曲川大洪水「戌の満水」を歩く
- 3) 穴牛康太，吉崎皇淑，岡本卓也：千曲川・犀川流域（緊急対応）タイムラインの運用について，令和5年度北陸地方整備局事業研究発表会