ダムを理解する

2019.8.25試験湛水直前の八ッ場ダム水没地

Ⅰ. ダムとは

ダムの基礎知識・歴史・巨大水圧との闘い・水を分け合うルール

Ⅱ. 埼玉のダム

埼玉県にあるダム・埼玉県が造ったダム・埼玉が投資したダム

Ⅲ. 埼玉県にとっての八ッ場ダム

洪水調節と利水・農業用水からの転用水＜夏水＞と＜冬水＞

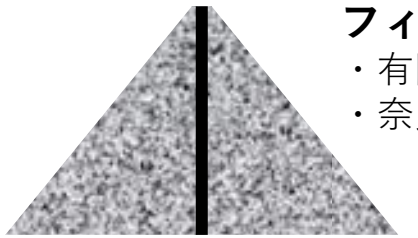
2023.9.8おとなの浦和塾

Ⅰ.ダム基礎知識（ダム定義・型）

■ダムの語源
中世オランダ語の「dam」から派生したとされる。アムステル川にダムを造って発展した街がアムステルダム。ロッテ川に造ったダムで発展した街がロッテルダム。

■ダムの定義（国際大ダム会議）
堤高５ｍ以上、かつ貯水容量300万㎥(t)以上の堰堤。そのうち堤高15ｍ以上は＜**ハイダム**＞。それ以下は＜**ローダム**＞。日本の河川法で言うダムは**ハイダム**を指す。それ以外は**堰**。また定義は不明だが、水圧がぐんと高くなる堤高100ｍ以上を<**大ダム**>と言っているらしい。

■ダムの型
脊梁山脈と裾野の日本列島では、大きく重いダム堤体が自立する＜**重力式コンクリートダム**＞が最適。



フィルダム
・有間ダム
・奈良俣ダム　等

アーチダム
・矢木沢ダム
・黒部ダム　等

重力式ダム
・日本の多くのダム

Ⅰ.ダム基礎知識（歴史①）

BC2750 頃	古代エジプト	**サド・エル･カファラダム**(40年後決壊)/堤高11ｍ、堤頂長106ｍ、石積み/飲料用
BC1991～1782	古代エジプト	**灌漑用ダム**(残存せず)/灌漑用
BC1300	シリア	**ナー・エル・アシダム**(現存最古)/堤高2ｍ、堤頂長2000ｍ、フィルダム/上水道
BC1000～115頃	古代イエメン	**マリブダム**(現時点では世界最古の洪水吐併設ダム)/給水用
BC240	中国・黄河流域	**グコーダム**(現時点では当時世界最高)/堤高30ｍ
オリエント・ギリシャ文明→エトルリア人の建設技術→古代ローマ→西欧諸国に広めた		
BC193	古代ローマ人/スペイン・トレド	**アルカンタリアダム**/堤高20ｍ/給水用
130	古代ローマ人/スペイン・メリダ	**プロセピナダム**/堤高19m/現在も使用
130	古代ローマ人/スペイン・メリダ	**コルナルボダム**/堤高28m/現在も使用
2ｃ	古代ローマ/チュニス	**カセリンダム**/土砂と粗石のコア、表面継ぎ目をモルタルと漆喰固め
616	大阪狭山市	**狭山池**/堤高15.4ｍ、堤体断面底辺62ｍのアースダム/732年行基大改修
701～704	香川県	**満濃池**/821年空海改修/堤高22ｍ、周囲19.7㎞、貯水量500万。動員数約32万人。
1631		**満濃池再建**/堤高22.5ｍ、堤頂長81ｍ/現在、堤高32ｍ、堤頂長155.8ｍ、貯水量1540万ｔ
731	伊丹市	**昆陽池**/行基築造/堤高15ｍ以下/治水・灌漑の多目的
1128	奈良県	**大門池**(堤高、グコーダム超え)/堤高32ｍ
1300頃	蒙古人/テヘラン	**ケパールダム**(現存、最古のアーチダム)/堤高26ｍ、下流面半径38ｍの円筒形アーチダム
14C末	スペイン	**マルマンサダム**(堤高、大門池超え)/堤高30～40ｍ、下流面曲率半径25ｍのアーチダム
1522年スペイン艦隊率いるマゼラン世界一周→中世～近世、スペイン人により多くのダム建設		
1594	スペイン（大航海時代）	**チビダム(アリカンテダム、**以後300年世界最高)/堤高41ｍ、アーチ式コンクリートダム
	スペイン（大航海時代）	**エルシュダム**/堤高23ｍ
	スペイン（大航海時代）	**レルダム**/堤高28ｍ
1747	北スペイン	**アルプエラ・デ・フェリアダム**/堤高23ｍ/世界初の動力用(製粉用水車)貯水ダム

Ⅰ.ダム基礎知識（歴史②）

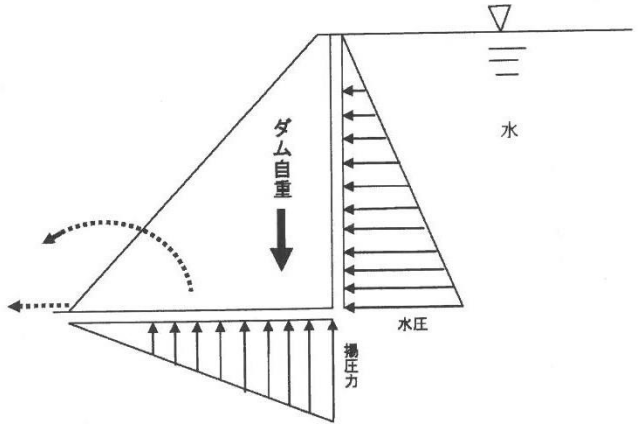
17Ｃ頃～	ヨーロッパ各地	強固な堤体が必要な治水ダム計画が出てくる
18C後半～産業革命、イギリス/1824年「**ポルトランドセメント**」発明→**コンクリートダム**への道を拓く		
1833～ 1858	プロイセン フランス・ロワール川	大きなコンクリートダム建設 本格的**洪水調節ダム**
プロイセン/1889年「多目的ダム理論」→1902年「多目的ダムの経済性と技術理論」体系化→1913年「プロイセン水法」→世界に波及		
1891（M14） 1900（M33） 1924（T13）	日本/長崎 日本/神戸市 木曽川	本河内高部ダム(1987年長崎大水害に耐え稼働)/上水専用 布引五本松ダム(1995阪神・淡路大震災に耐え稼働)/日本初の重力式コンクリートダム/水道専用 大井ダム/ 堤高50.3m/発電(関西電力)
アメリカ/1929年～の世界恐慌後のニューディール政策の一環で雇用拡大・工業生産力向上を目的に**大河川の総合開発**に着手。 西部/コロラド川に**フーバーダム**(36年完成)。東部/ミシシッピ川支流テネシー川に32基の多目的ダム建設で「**テネシー川流域開発公社(TVA)**」設立。		
日本も多目的ダムの時代に→「河川総合開発」、都道府県主体の「河水統制事業」→1944年決戦非常措置要領で全ダム事業中止 1945年終戦「**経済安定本部**」→「**河川総合開発**」「**河水統制事業→補助多目的ダム**」再開、食料増産のための「**国営農業水利事業**」 1949年**治水調査会**(全国7水系の河川改修に**ダムによる洪水調節導入**提言)→「**利根川改定改修計画**」(藤原・×沼田・相俣・薗原・**八ッ場**・下久保) 1950年「**国土総合開発法**」(地域の総合開発を発展・高度化「特定地域総合開発計画」)→後の「**全国総合開発計画**」、1955年(S30)「**利根特定地域総合開発計画**」(×沼田・矢木沢・須田貝・藤原・相俣・薗原・下久保・**八ッ場**・五十里・川俣の**10ダム**、外に渡良瀬遊水地、両総用水等)		
1957（S32） 1957－66	「**特定多目的ダム法**」 補助多目的ダム計画に依拠‥ 河川総合開発計画に依拠‥‥ 特定多目的ダム法に依拠‥‥	多目的ダムの建設・管理は、河川管理者が行う。 **五十里ダム**(1957)・**有間ダム**(1986)・**合角ダム**(2002) **藤原ダム**(1959)・**相俣ダム**(1959)・**二瀬ダム**(1961) **薗原ダム**(1965)・**川俣ダム**(1966)・**川治ダム**(1983)・**八ッ場ダム**(2020)
1961年「**水資源開発促進法**」→水資源開発公団設立、「**水資源開発基本計画(フルプラン)**」に基づきダムを建設し、大都市の水需要に寄与する。 1962年**利根川・淀川が水資源開発水系に指定。**（**1974年荒川指定**）		
	フルプランに依拠‥‥‥‥‥	**矢木沢ダム**(1967)・**下久保ダム**(1968)・**草木ダム**(1976)・**奈良俣ダム**(1990) **浦山ダム**(1998)・**滝沢ダム**(2010)

Ⅰ.ダム基礎知識（巨大水圧との闘い①）

■戦後、堤高100ｍ級の＜**大ダム**＞時代に入る

上椎葉ダム(1955/アーチ式コンクリートダム、堤高110ｍ、発電/宮崎県耳川)
丸山ダム(1955/重力式コンクリートダム、堤高98ｍ、発電/木曽川)
佐久間ダム(1956/重力式コンクリートダム、堤高155.5ｍ、発電/静岡県・愛知県境の天竜川)
小河内ダム(1957/重力式コンクリートダム、堤高149ｍ、水道専用/東京都多摩川)
バイオントダム(1960/アーチダム、堤高262ｍ/イタリア)
グランド・ディクサーンスダム(1961/重力式コンクリートダム、285ｍ/スイス)
黒部ダム(1963/アーチダム、堤高186ｍ、発電/富山県黒部川)
ダニエル・ジョンソンダム(1968/アーチダム、堤高214ｍ/カナダ)
ヌレークダム(1980/アースフィルダム、堤高300ｍ/タジキスタン)
イングリダム(1980/アーチダム、堤高272ｍ/グルジア)
チコアセンダム(1980/アースフィルダム、堤高261ｍ/メキシコ)

《ダムにかかる力のイメージ》



■堤体にかかる水圧は堤高に比例する

水圧は**水深に比例**する＜パスカルの原理＞。
堤体にかかる水圧は堤高が高いほど大きくなる。堤高が100ｍならダム最深部の静水圧は100ｔ/㎡。

■ダム堤体も押し上げる＜揚圧力＞

岩盤にある隙間に圧のかかった水が入り込むと岩盤の中に“**水みち**”ができる。水みちは水圧のかかっていない方に伸びていくので貯水池側から下流方向へ伸び、ダム堤体の下を通り下流に浸みだす。
この水みちに貯水池の水深に比例した圧力が伝わり、水が流れる方向に対して垂直に上向き・下向きに作用する。その上向きにかかる力が＜**揚圧力**＞。フランスの「ブゼーダム」等の教訓。

Ⅰ.ダム基礎知識（巨大水圧との闘い②）

■堤体を支える岩盤に＜水みち＞をつくらない

セメントと水を混ぜたセメントミルクを岩盤の隙間に注入し、隙間を塞いで一枚岩にする。
岩盤に一定の間隔で直径66㎜ほどの孔を５ｍほど堀り、圧をかけた水を注入し、そこから割り出した必要量のセメントミルクを注入。これを堤高100ｍ以上の堤高なら100ｍくらいまで繰り返す。
最初のパイロット抗の中間に同様にグラウチング(一次抗)。そのまた中間にグラウチング(二次抗)と繰り返し、間隔を狭めながら水が浸透しなくなるまで繰り返す。＜**カーテングラウチング**＞

■堤体に＜水みち＞をつくらない

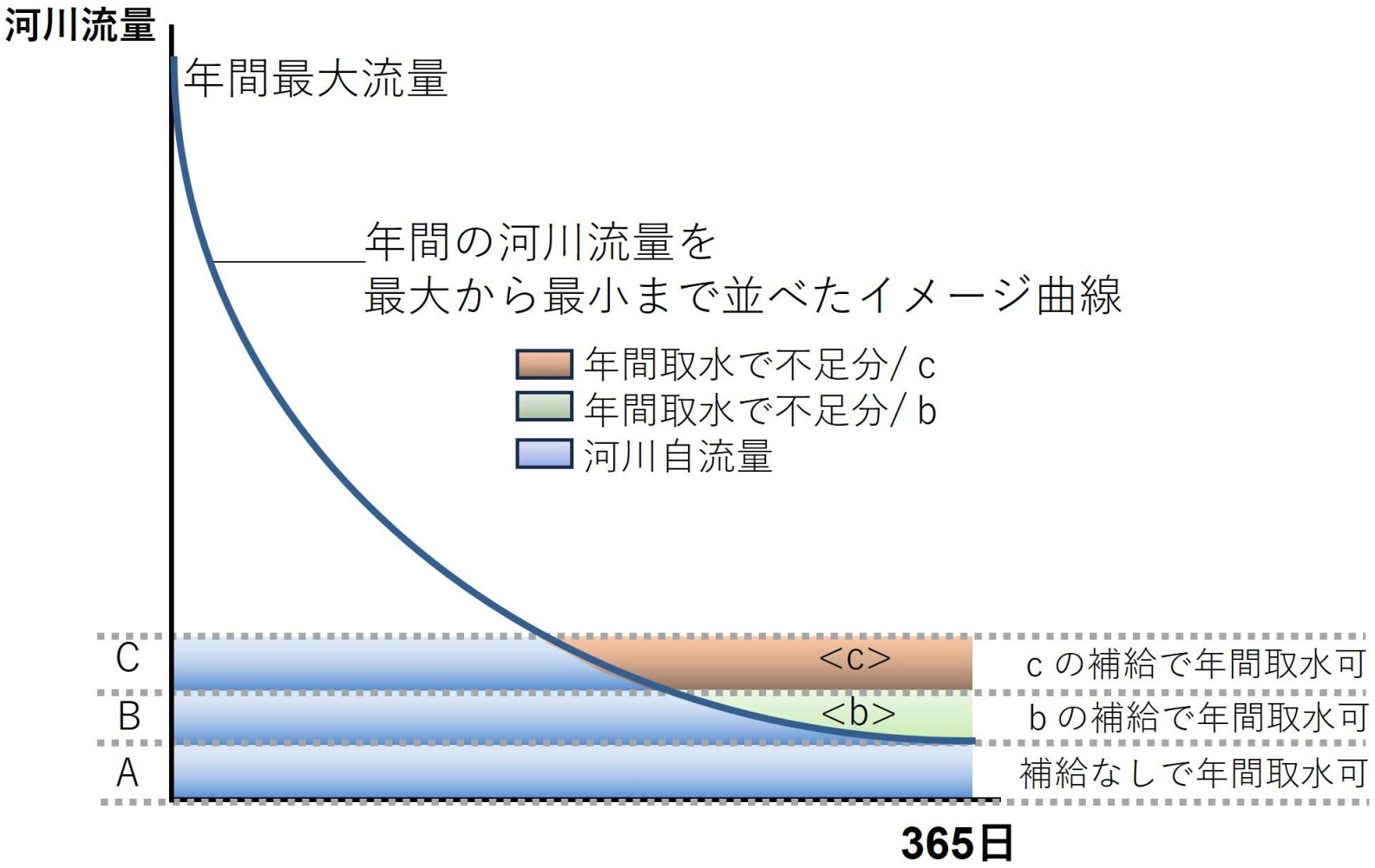
セメントは水に触れて硬いコンクリートになる。この時の水和反応で＜水和熱＞が発生する。ダムのようなマスコンクリートは内部で水和反応が何年も続き、その間、コンクリートを膨張させるほど熱くなる。それが外気で冷えたり、水和熱が収まるとコンクリートが収縮し、両サイドの岩盤に引っ張られてマスコンクリートにクラックができる。

日本発のクラック対策＜RCD工法＞

①セメントと水の量を20～30％減らした超固練りパサパサコンクリート(**RCD**)で水和熱による発熱・膨張を減らす。 RCDは機械施工に最適で人件費を削減し、工期も短縮できる。
②RCDは従来のコンクリートより強度は落ちるが、堤体外側を緻密で強度の高い従来のコンクリートで厚さ2～3ｍ覆えば水みちができず、強度も保てる。
③堤体表面に15ｍ間隔で隙間(継ぎ目)を入れて、岩盤がコンクリートを引っ張る力を“縁切り”する。

Ⅰ.ダム基礎知識（水を分け合うルール①）

＜河川流量と河川水開発のイメージ＞



A：日本の河川の自流量は流域面積100㎢当たり1～２㎥/ｓ程度。その水は概ね農業用水に占有されている。

B、C：新規利水者
それぞれ年間を通じて取水するにはｂ、ｃが不足。不足分をダム等の水資源開発施設で河川流量が多いときに貯留し、補給しなければならない。

ｂ＜ｃ：ダム建設が後になるほど必要補給量が多くなる。
ダム建設には立地や降水量等さまざまな条件を満たす必要があり、大容量のダムは簡単には造れない。そのため年間取水のためにはダムをいくつも造らなければならない。

Ⅰ.ダム基礎知識（水を分け合うルール②）

■安定水利権
日本では10年に1回(利根川・荒川水系は５年に１回起こるような渇水があっても年間を通じて取水できるようにダム計画をしている。その建設に投資した利水者には完成後、流域の水需要の必要性に応じて「**安定水利権**」が与えられる。

■暫定水利権
水資源開発施設が計画中・建設中でも、すでに流域の水需要がひっ迫している場合、安定水利権者に迷惑をかけない範囲で取水できる権利が「**暫定水利権**」。河川流量が多いときに限られるので「**暫定豊水水利権**」と呼ばれ、河川に水を補給する水ガメ(ダム等)がないので渇水時には取水できない。
埼玉県は八ッ場ダムができるまで、３割が暫定水利権だった。

※一時、八ッ場ダム建設を中止しても暫定水利権を与えるという発言があったが、水を貯める器がなければ渇水時に補給する水がない。権利だけもらっても実質的に取水できなければ意味がない。

Ⅱ.埼玉のダム

■埼玉県内にあるダム
二瀬ダム・浦山ダム・滝沢ダム・合角ダム・有間ダム
(玉淀ダム)

■埼玉県が造ったダム
有間ダム・合角ダム

■埼玉県が投資したダム
利根川水系：奈良俣ダム・八ッ場ダム
鬼怒川水系：草木ダム
荒川水系　：下久保ダム・浦山ダム・滝沢ダム

H28　秋ヶ瀬取水堰利用状況

＜参考＞
八ッ場ダム未完成時の状況

平成 28 年度秋ヶ瀬取水堰利用状況　（単位 m^3/s）

埼玉県（水利権）									国交省	東京都（水利権）									
武蔵水路			合口	荒川水系						武蔵水路					合口	荒川水系			
工水	生活用水									工水	生活用水								
下久保ダム	下久保ダム	八ッ場ダム	埼玉合口二期	有間ダム（入間川）	浦山ダム	滝沢ダム	合角ダム	荒川調節池	※隅田川浄化用水	草木ダム	草木ダム	渡良瀬遊水池	奈良俣ダム	下久保ダム	矢木沢ダム	埼玉合口二期	浦山ダム	滝沢ダム	荒川調節池
1.100	0.959	0.670	1.986	0.300	2.696	3.740	0.178	2.100	8.146	0.980	5.680	0.505	2.070	12.600	4.000	0.559	1.170	0.860	1.400
14.183（工水 1.100　生活用水 13.083）										28.964（工水 0.980　生活用水 27.984）									

※浄化用水は河川の余剰水を使用。隅田川浄化用水は利根川の余剰水を含めて最大 23.4m^3/s。

＜参考＞
2023.8現在

大久保浄水場の水源

■水道用水

利根川水系 ：夏水/**埼玉合口二期** ・冬水/**八ッ場ダム**
荒川水系　　：滝沢ダム・浦山ダム・有間ダム・荒川調節池(彩湖)

※埼玉合口二期
「見沼代用水」の水路を三面護岸にして水漏れを防ぎ、その余剰水をさいたま市等の水道用水に回してきた水。
農業用水は灌漑期の夏場に使用してきた水なので＜**夏水**＞と呼ぶ。
八ッ場ダムが完成し、そこでつくる＜**冬水**＞分を合わせて通年取水が可能になった。

■工業用水

利根川水系：下久保ダム

※二瀬ダム
戦後の電源開発・食料増産のための発電・灌漑に、カスリーン台風による被害から洪水制御を加えた「荒川総合開発」に基づくダム。
９月～10月/貯水
11月～３月/発電
４月～　/灌漑用水を貯水
６月～８月/灌漑用水に使いダムを空け、そこで洪水を貯める。

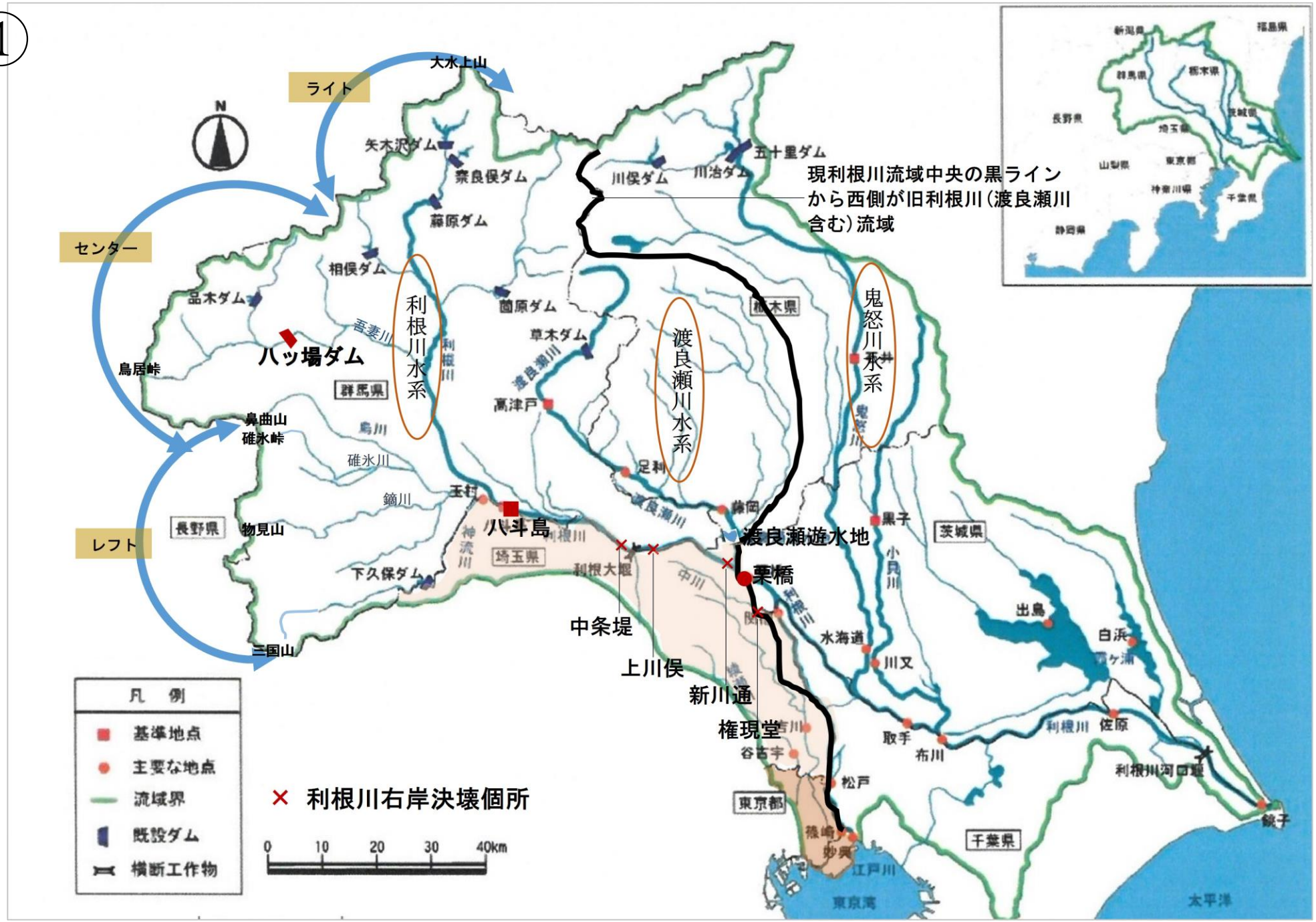
※利水容量が確保されていないので灌漑期・台風シーズンの**運用が難しい**。

Ⅲ.埼玉にとっての八ッ場ダム

『埼玉懸水害誌附録寫眞帳』より
東北本川（宇都宮線）栗橋鉄橋と栗橋駅付近
この上流側の東武線鉄橋直上流の右岸堤が決壊し、濁流が東京湾まで及んだ。

Ⅲ.洪水調節①

利根川水系の
センターを守る



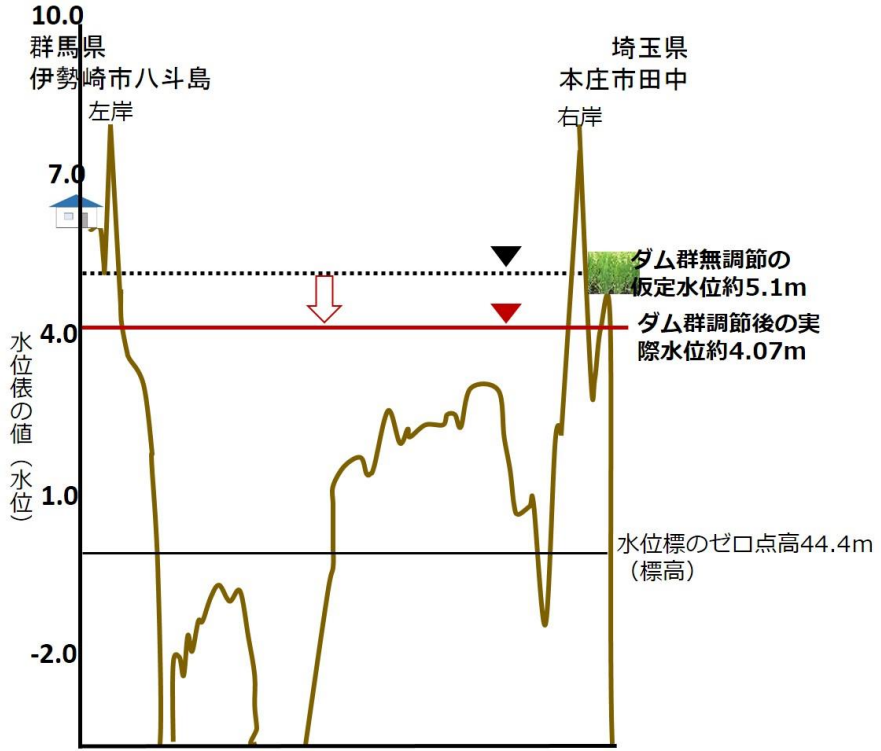
Ⅲ. 洪水調節②

■2019年10月11日～12日の台風19号洪水対応
八ッ場ダムの洪水調節は、計画高水流量3,000㎥/ｓを2,800㎥/ｓ調節してダム下流に200㎥/ｓ放流することになっている。
2019年台風19号時はまだ完成前の試験湛水中。しかし特例操作を行い、ピーク時の流入量2,500㎥/ｓのほぼ全量を貯留し、放流量はわずか4 ㎥/ｓだった。

■八斗島で高水位を１ｍ下げた
2019年台風19号時、利根川本流筋５ダムの貯留量は約3900万㎥。我妻川筋の八ッ場ダムは約7500万㎥。烏・神流川筋の下久保ダムは約3100万㎥。
計約１億4500万㎥貯留し、利根川の基準地点八斗島で高水位を1ｍ下げることができた。

八ッ場ダム令和元年台風19号時の実績（朱文字）

八斗島地点のダム群効果（2019.10.12、23時）



Ⅲ.利水－埼玉の水道がやっと安定化

埼玉県は他都県の暫定水利権割合が１割、２割という中、荒川水系の浦山ダムが完成して４割、滝沢ダムができてもまだ３割だった。
この３割をゼロにするには、八ッ場ダムの完成を待つしかなかった。

埼玉県に関わる水資源開発・利水施設

＜H15年度時点＞

		完成	未完成	農水転用	完成年（予定含む）
下久保ダム	通年	2.300			S43(1968)
利根川河口堰	通年	1.150			S45(1970)
農水合理化一次	通年	0.500			S47(1972)
	灌漑期			2.166	
草木ダム	通年	0.540			S51(1976)
有間ダム	通年	0.700			S60(1985)
農水合理化二次	**灌漑期**			1.581	S62(1987)
権現堂調節池	通年	0.433			H3(1991)
埼玉合口二期	**灌漑期**			3.704	H6(1994)
荒川第一調節池	通年	2.100			H8(1996)
奈良俣ダム	通年	0.910			H10(1998)
浦山ダム	通年	2.930			H10(1998)
北千葉導水	通年	2.300			H11(1999)
合角ダム	通年	1.000			H14(2002)
渡良瀬遊水地	通年	0.505			H14(2002)
利根中央	**灌漑期**			2.962	H15(2003)
戸倉ダム	通年	0.775			H20(2008)
	冬水		1.196		
		-0.775	-1.196		H15建設中止
霞ヶ浦導水路	通年		0.940		H22(予定)
滝沢ダム	通年		3.740		H22(2010)
八ッ場ダム（H15年度時点）	通年		**4.140**		H22(2010)
	冬水		**4.674**		
合計		15.368	13.494	10.413	

＜H16年度～R1年度＞

		完成	未完成※1	農水転用	完成年（予定含む）
H15年度時点合計		15.368	0	10.413	
霞ヶ浦導水路			0.940		
滝沢ダム		3.740			
八ッ場ダム（H16年度に変更）	通年		**0.670**		R1(2019)
	冬水		**9.250**		
合計		19.108	10.860	10.413	

※1　H16以降の未完成施設再掲のためゼロ。

＜R2年度＞

		完成	未完成	農水転用	完成年（予定含む）
完成済み合計		19.108		10.413	
八ッ場ダム	通年	**0.670**			
	冬水	**9.250**		-9.250	
霞ヶ浦導水路			—		R2年度撤退
思川開発	**冬水**		1.163		
		29.028	1.163	1.163	

埼玉県の暫定水利権割合経緯　　開発量単位：?/s）

	＜H15年度時点＞				＜H16年度～R1年度＞				＜R2年度現在＞				
	開発量	暫定	需要対応量	暫定割合	開発量	暫定	需要対応量	暫定割合	開発量	暫定	需要対応量	暫定割合	
完成施設	15.368				15.368				15.368				
地下水・自流　※1	8.004				7.997				7.988				
			23.372										八ッ場ダム完成で、R2年度時点での需要対応量を確保。
滝沢ダム		3.740			**3.740**				3.740				
							27.105					**0**	
八ッ場ダム（通年）		**4.140**				**0.670**			**0.670**				
八ッ場ダム(冬水)		**4.674**		**4割**		**9.250**		**3割**	**9.250**				
									37.016	0	37.016		
農水転用(冬水補完残)		5.739				1.163				1.163			
霞ヶ浦導水路		0.940				0.940				—			撤退
思川開発（冬水）	（見直し中）				（見直し中）					1.163			※2
			19.233				12.023						
合計	23.372	19.233	42.605		27.105	12.023	39.128						

※1 地下水・自流（中小河川等での取水）も安定水利権として認定。　※2 将来の社会・気候変動等を考慮し、思川開発後余裕分として確保。

Ⅲ.利水－農業用水転用水＜夏水＞と八ッ場ダムの＜冬水＞

■農業用水合理化事業　（灌漑期＝通称＜夏水＞　　単位＝ ㎥/ｓ、灌漑期太数字は最終数値）

事業名	関係用水名	主な合理化方法	転用水量
中川水系農業水利合理化 （合理化一次）	権現堂樋管 葛西用水	分水・水路ロス改善	通年　0.5 灌漑期　2.166
農業用水合理化対策 （合理化二次） 権現堂・幸手領地区	葛西用水	水路ロス改善 （パイプライン化）	灌漑期　1.581
埼玉合口二期	**見沼代用水**	分水・水路ロス改善	灌漑期　**3.704**
利根中央	羽生領関係用水・葛西用水 金野井用水・二郷藩領関係用水	水路断面適正化	灌漑期　**2.962**

■八ッ場ダムで＜冬水＞補完

2004年、埼玉県は八ッ場ダムの「利水参画量」を見直し、＜冬水＞4.674㎥/ｓ→9.25 ㎥/ｓに変更した。農業用水転用水10.413 ㎥/ｓのうち 9.25 ㎥/ｓが＜通年(安定水利権)＞になり、残り1.163 ㎥/ｓは思川開発完成後、気候変動等による渇水用とした。

■冬水は通年のほぼ半額

八ッ場ダムの１ ㎥/ｓ当たり開発単価は＜通年＞でも約130億円。荒川水系の浦山ダム234億円、滝沢ダム228億円。さらに＜冬水＞は74億円で＜通年＞のほぼ半額。八ッ場に乗らない手はない。

なお八ッ場ダムの完成で、１都４県いずれも暫定水利権はなくなった。