

資料 1-6 青野ダムの予備放流容量の拡大について

「河川整備計画(原案) 第4章 河川整備の実施に関する事項

第1節 洪水、高潮等による災害の発生の防止又は軽減に関する事項

1 河川対策 (2)洪水調節施設の整備 ②青野ダムの活用」に関すること

要 旨

本資料は、既存ダムの治水活用の一環として「青野ダムの予備放流容量拡大」の実現可能性に関して検討した内容と結果、ならびに今後の実施方法について取りまとめたものである。

資料構成

青野ダムの予備放流容量の拡大について（概要）

- 1 青野ダムの概要
- 2 青野ダムでの洪水調節の流れ
- 3 予備放流容量の拡大についての検討項目

青野ダムの予備放流容量の拡大について

- 1 予備放流容量の実現可能性に関する検討
- 2 今後の実施方法

武庫川水系河川整備計画(原案)等に関する説明用補足資料

青野ダムの予備放流容量の拡大について

現在、青野ダムの洪水調節容量は560万m³であり、そのうち80万m³が予備放流により確保する容量となっている。

予備放流は、利水用に貯めている水を洪水発生前に予め放流し、ダムの空き容量を増やして、洪水調節に活用するものである。

平成15年以降、長時間先までの降雨予測が配信されるようになったことから、これを利用して予備放流容量を拡大することについて検討した。

容量の拡大に当たって、予備放流容量は、治水と利水を兼用することから、治水と利水への配慮が必要である。治水への配慮としては、洪水発生までに洪水調節容量を確保することが求められる。また、利水への配慮としては、給水制限、給水停止による社会活動に与える影響は、洪水と同様に重大であることから、予備放流に起因する渇水を回避することが必要である。

つまり、洪水発生までに洪水調節容量を確保するために表1にある予備放流水位まで水位低下ができることと、予備放流で低下した水位が予備放流前の貯水位に回復できることが前提条件となる。このことを踏まえ、過去の様々な出水をケーススタディとして、シミュレーションを行い、上記前提条件を満足する予備放流容量を求めた。

検討の結果、現在の予備放流容量80万m³を40万m³増やして120万m³に拡大し、洪水調節容量を560万m³から600万m³に拡大できることが概ね確認できたため、この予備放流容量の拡大(40万m³)を河川整備計画(原案)に位置づけた。

以下に、予備放流容量拡大の実現可能性に関する検討内容と結果、ならびに今後の実施方法について説明する。

表1 洪水調節容量の拡大内容

	現 在	河川整備計画(原案)
洪水調節容量	洪水調節容量560万m ³ (内予備放流容量80万m ³)	洪水調節容量600万m ³ (内予備放流容量120万m ³)
貯水池容量配分図		

1 予備放流容量拡大の実現可能性に関する検討

1) 検討の概要

予備放流容量は、治水と利水を兼用するため、容量拡大の実現可能性を検討するにあたっては、以下の2点の確実性を確認する必要がある。

㊦洪水調節容量確保の確実性(治水上の要件)

どのような洪水に対しても、洪水発生までに洪水調節容量を確保するために予備放流水位まで、確実に水位低下ができることの確認

㊧予備放流後の水位回復の確実性(利水上の要件)

洪水調節後、または、洪水調節に至らなかった場合に、予備放流前の水位に回復することの確認

このため、過去の様々な出水をケーススタディとして、表2のとおり、洪水調節容量確保の確実性を確認する「予備放流可能量シミュレーション」と予備放流後の水位回復の確実性を確認する「水位回復シミュレーション」を行った。その結果を踏まえて、予備放流容量を設定した。(検討フローは図1、予備放流シミュレーションのイメージは図2参照)

表2 予備放流シミュレーション※の内容

方法	内容
①予備放流可能量シミュレーション	設定した条件(最大放流量、放流の増加割合など)で予備放流を行った場合に、洪水調節を開始するまでに確保できる予備放流容量を確認する。
②水位回復シミュレーション	予備放流後、設定した条件(水位回復操作の開始時期)で水位回復操作を開始した場合に、放流前の水位(本シミュレーションでは常時満水位)まで、水位が回復するのに要した日数を確認する。

※以下、「予備放流可能量シミュレーション」と「水位回復シミュレーション」を合わせて「予備放流シミュレーション」と言う。

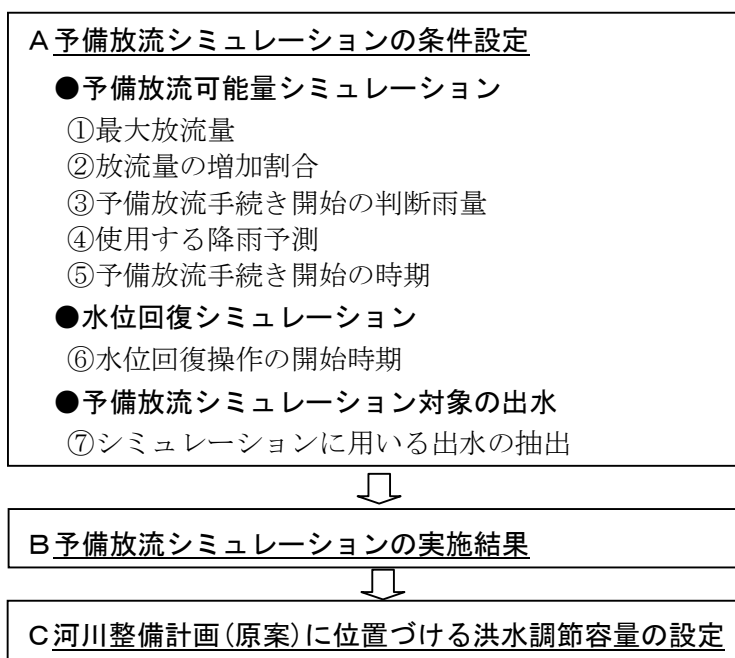


図1 検討フロー

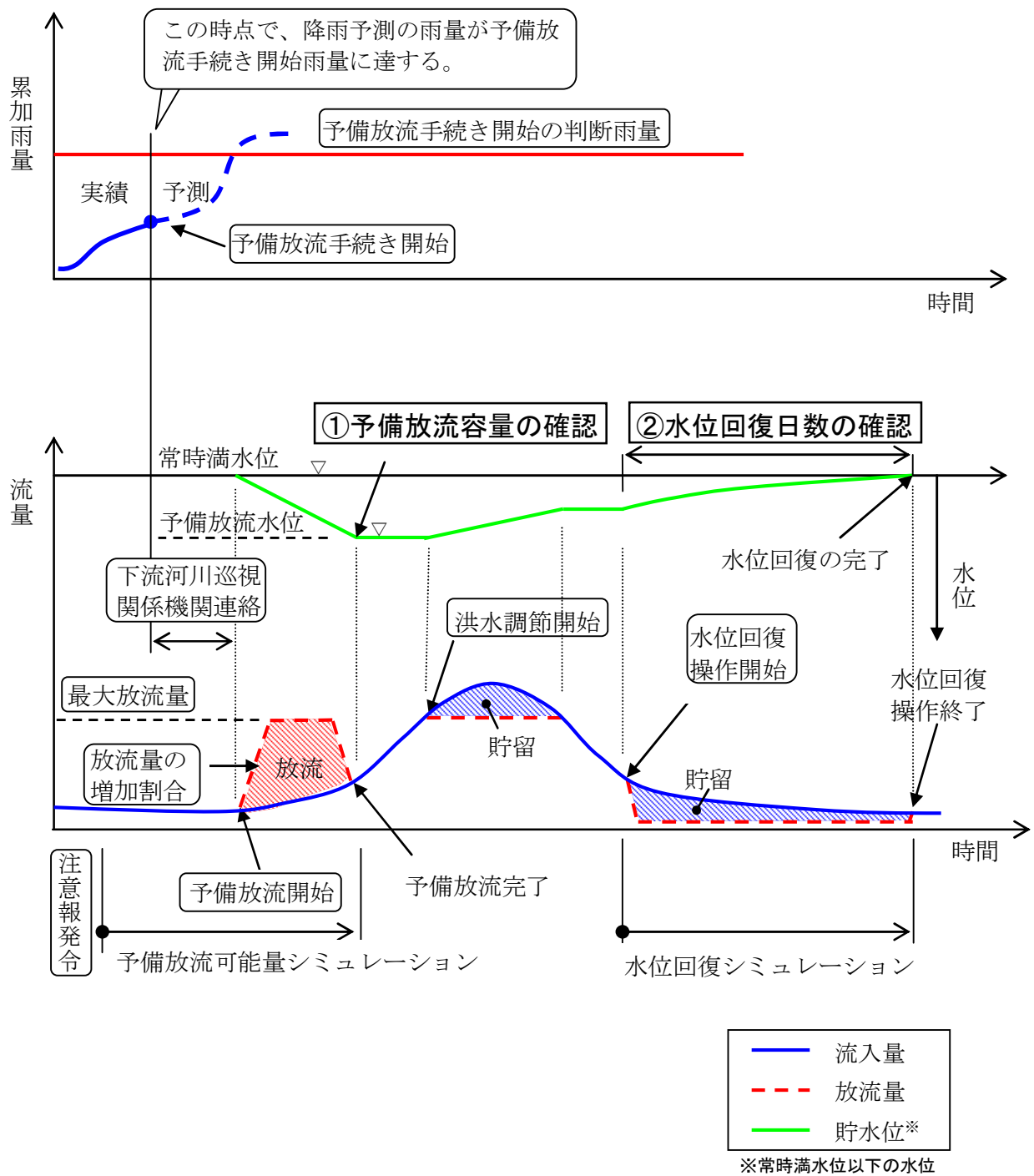


図2 予備放流シミュレーションのイメージ

2) 予備放流シミュレーションの条件設定

予備放流シミュレーションは、以下のとおり条件を設定して行った。

①最大放流量

青野ダムでは、洪水時においても下流の安全が確保できる流量を $100\text{m}^3/\text{s}$ 以上と定義^{*}し、この流量を洪水と定めている。このため、この値を予備放流の最大放流量とする。

※洪水は、流水の貯水池への流入量（以下「流入量」）が $100\text{m}^3/\text{s}$ 以上である場合における当該流水とする。
【青野ダム操作規則第3条】

②放流量の増加割合

放流量の増加割合の考え方について、青野ダム操作規則第20条で、「ダムから放流を行なう場合には、放流量により下流に急激な水位の変動を生じないように努めるものとする」と記載されており、具体的な放流の増加割合は、青野ダム操作細則第7条に表3のとおり規定している。

このため、予備放流における放流量の増加割合も表3を使用する。

表3 放流量の増加割合

直前におけるダムからの放流量	10分における放流量の増加割合
$10\text{m}^3/\text{s}$ 未満	$3\text{m}^3/\text{s}$ 以内
$10\text{m}^3/\text{s}$ 以上 $30\text{m}^3/\text{s}$ 未満	$7\text{m}^3/\text{s}$ 以内
$30\text{m}^3/\text{s}$ 以上 $60\text{m}^3/\text{s}$ 未満	$10\text{m}^3/\text{s}$ 以内
$60\text{m}^3/\text{s}$ 以上 $100\text{m}^3/\text{s}$ 未満	$13\text{m}^3/\text{s}$ 以内

③予備放流手続き開始の判断雨量

予備放流においては、洪水発生を予測して予備放流を開始し、洪水調節容量を確保しておく必要がある。洪水発生の予測は、流入量との関連性が強い累加雨量で行うこととし、累加雨量の予測値が予備放流手続き開始の判断雨量を超えることが判明した時点で、予備放流手続きを開始する。

洪水発生と累加雨量の関連性を確認するため、青野ダム流域で過去に大雨・洪水警報が発令された79出水（流入量の記録がある青野ダム完成以降：S63年3月～平成19年12月）を基に、累加雨量とダムへの流入量の関係を図3に整理した。

青色の線は、ダムへの流入量が $100\text{m}^3/\text{s}$ 以上となる累加雨量を求めるために、流入量毎の累加雨量の最大値を包絡する線を描いたものである。この図から、 $100\text{m}^3/\text{s}$ 以上のピーク流入量となるには 80mm 以上の累加雨量が必要であることが推察できる。

このため、予備放流手続き開始の判断雨量は 80mm とする。

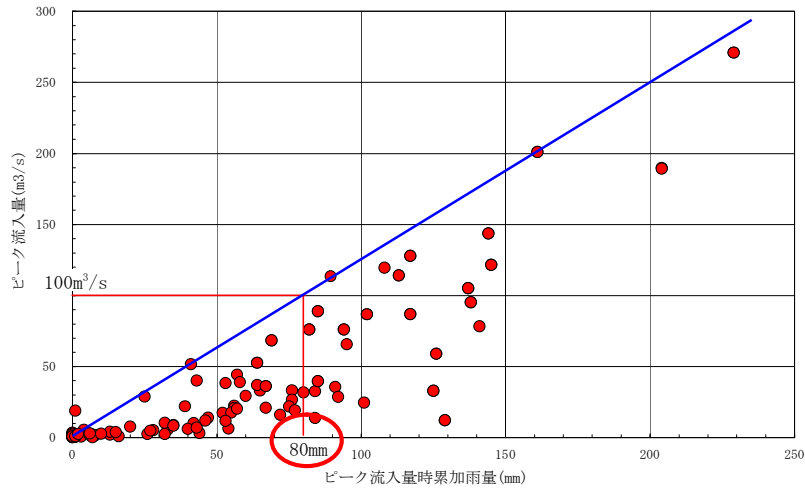


図3 ピーク流入量時の累加雨量とピーク流入量の関係

④使用する降雨予測

できるだけ大きな洪水調節容量を確実に確保するためには、長時間先まで予測でき、精度の良い降雨予測を利用する必要がある。

このため、予測精度に関する予測メッシュが最小の10km(平成15年度時点)の降雨予測のうち、予測時間が最長(12時間)である日本気象協会配信の降雨予測を採用した。

青野ダムにおける予測雨量は、青野ダム流域を含む2メッシュにおける各予測雨量の平均値とした。

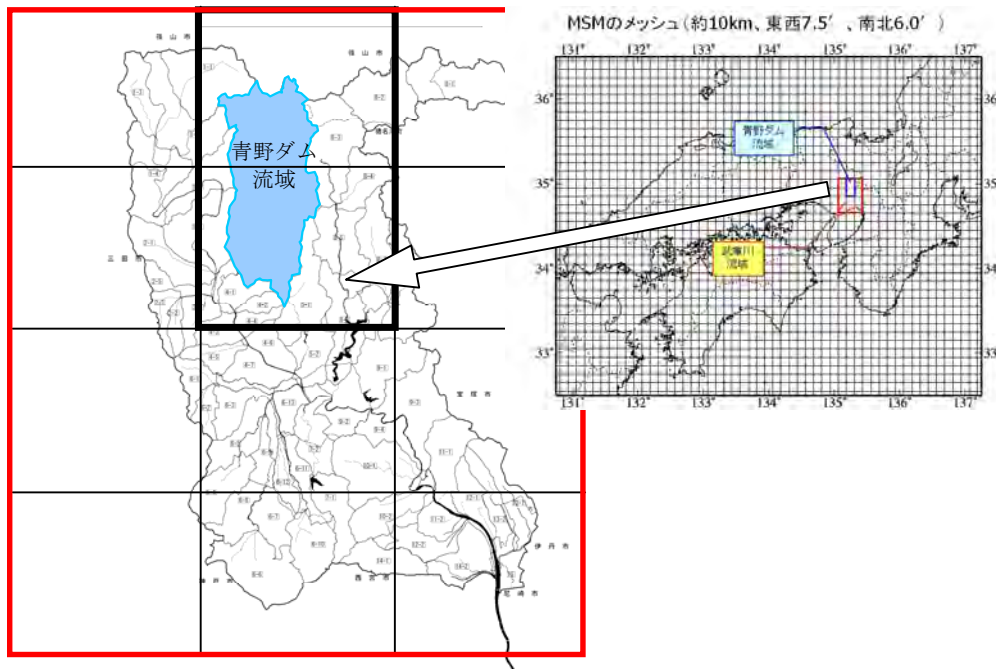


図4 降雨予測のメッシュ(10km)

⑤ 予備放流手続き開始の時期

青野ダムでは、「神戸海洋気象台から降雨に関する注意報または、警報が発せられた時は、洪水警戒体制を執らなければならない。」(青野ダム操作規則第 11 条)としている。

このため、予備放流は、洪水警戒体制を執った後、予備放流手続き開始の判断雨量に達することが確認できた場合に、下流河川の巡視等を行った上で予備放流を開始する。

なお、職員の招集時間等の洪水警戒体制の準備時間は 1.5 時間*1、下流河川の巡視等に要する時間は 1.5 時間*2 とする。

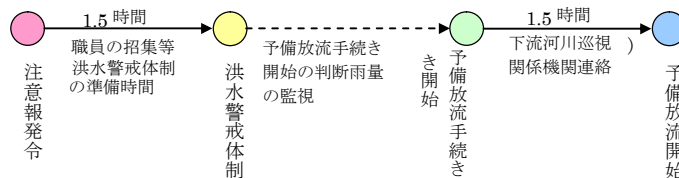


図 5 予備放流の開始までの手順

また、ダム管理を目的とした降雨予測は平成 15 年度から実施されており、平成 14 年度以前は降雨予測を行っていない。このため、平成 14 年度以前の出水においては、降雨に関する注意報または、警報の発令を受けて洪水警戒体制を執ると同時に、降雨予測が 80mm を超えるものとして、予備放流シミュレーションを行う。

※1 職員が事務所にいない休日や深夜にも対応ができる時間を設定した。

※2 過去の青野ダムの実績から 1.5 時間とする。

⑥ 水位回復操作の開始時期

青野ダム操作細則第 5 条において、「洪水警戒体制を解除する場合とは、ダムへの流入量が 50m³/s 以下に減少し、気象水象の状況からも洪水警戒体制を維持する必要が無くなった場合とする。」としていることから、水位回復操作の開始時期は、洪水調節終了後に、ダムへの流入量が、50m³/s 以下となつてから 1 時間(気象水象の傾向を確認する時間を考慮)後とする。

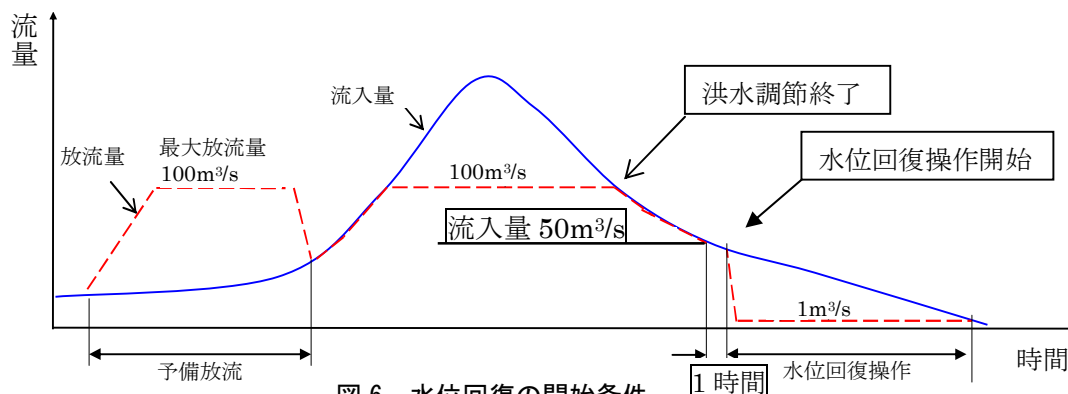


図 6 水位回復の開始条件

注)流入量が洪水量 100m³/s に達しない場合は、注意報・警報が解除されて、1 時間後から水位回復操作を開始する。

⑦ 予備放流シミュレーションに用いる出水の抽出

予備放流は、洪水の発生が予測される場合に行うものであり、青野ダムにおいては、図 3 のと

おり、累加雨量が少なくとも 80mm 以上必要である。このため、予備放流シミュレーションは、累加雨量が 80mm 以上となる出水（実績累加雨量または、降雨予測による累加雨量が 80mm を超えるもの）を対象に行う。対象出水は、実績雨量による抽出が 35 出水、予測雨量による抽出が 3 出水で、合計 38 出水となる。

※実績流入量が 100m³/s 以上の場合は、全て 80mm 以上の累加雨量であることは図 3 で確認済み

3) 予備放流シミュレーションの実施結果

設定した条件により、予備放流シミュレーションを行った結果は、表 4 のとおりとなった。（下記に示す出水を除く。）

予備放流により、確実に確保できる予備放流容量は 120 万 m³ が上限である。（表 4：黄色の着色部分）また、予備放流容量 120 万 m³ であれば、放流前の水位（本シミュレーションでは常時満水位）に 9 日以内で回復することが確認できた。（表 4：黒太枠部分）

予備放流シミュレーション評価から除外した出水と除外理由

①No.12 の出水について

当時、洪水注意報の発令地域が広く、局地的な雨に対する対応が技術的に困難であったため、発令が遅くなったと考えられるが、現在は、発令範囲が細分化されており、H22 年 5 月（予定）には、市単位まで細分化される見通しであるため、今後は、この様な局地的な雨に対応できると考えられる。

②No.26 の出水について

このケースは、渇水で土地が極度の乾燥状態であったため、累加雨量の多さに比べて、流出量が極端に少なく、放流すると水位が回復しにくいケースである。このような渇水状態であったため、洪水前の実際の水位も、常時満水位を大きく割り込んで、予備放流水位以下に低下していることから、予備放流が不要で、シミュレーションの対象とする必要が無いケースである。

③No.4 および No.32 の出水について

予備放流開始雨量に達しているが、注意報・警報の発令がないため、予備放流が開始できなかった。しかしながら、実際にはピーク流入量が 20m³/s 程度と少なく、洪水調節する必要がないため、シミュレーションの対象とする必要が無いケースである。

④No.11 および No.34, No.35 の出水について

予備放流をしている途中で注意報が解除となり、ピーク流入量も洪水量以下に収まったため、洪水調節の必要が無くなったケースである。

表4 予備放流シミュレーション結果

放流開始判断	No.	最大流入量日時			ピーク流入量 (m3/s)	実績累加雨量 (mm)	(実績+予測) 累加雨量 (mm)	予備放流容量						水位回復量					
								80万m3	100万m3	(上限値) 120万m3	140万m3	160万m3	230万m3	80万m3	100万m3	120万m3	140万m3	160万m3	230万m3
実績降雨による	1	1987/05/14	S62	14:20	25	101		○	○	○	○	○	○	1日	2日	2日	8日	9日	26日
	2	1987/07/19	S62	10:50	68	106		○	○	○	○	○	○	1日	1日	1日	2日	2日	3日
	3	1988/06/03	S63	14:40	122	165		○	○	○	○	○	○	1日	1日	1日	1日	2日	4日
	4	1988/06/25	S63	05:30	14	84		※						※					
	5	1989/09/03	H1	09:40	76	110		○	○	○	○	○	○	1日	1日	1日	2日	3日	4日
	6	1989/09/06	H1	22:00	33	109		○	○	○	○	○	○	1日	1日	2日	2日	3日	8日
	7	1990/09/20	H2	00:00	128	128		○	○	○	○	○	○	1日	1日	1日	2日	3日	17日
	8	1991/06/02	H3	21:10	23	80		○	○	○	○	○	○	1日	1日	2日	2日	4日	10日
	9	1992/08/20	H4	02:40	59	126		○	○	○	○	○	○	1日	1日	2日	2日	5日	317日
	10	1993/06/30	H5	14:40	78	154		○	○	○	○	○	○	1日	1日	1日	2日	3日	3日
	11	1993/07/05	H5	04:20	76	90		○	○	*	*	*	*	1日	1日	-	-	-	-
	12	1993/08/03	H5	03:30	115	95		×(3)	×(3)	×(3)	×(3)	×(3)	×(3)	-	-	-	-	-	-
	13	1993/08/15	H5	04:50	66	103		○	○	○	○	○	○	1日	1日	1日	2日	2日	3日
	14	1995/05/12	H7	14:00	95	138		○	○	○	○	○	○	1日	1日	2日	2日	3日	4日
	15	1995/07/03	H7	12:00	53	185		○	○	○	○	○	○	1日	1日	2日	3日	5日	15日
	16	1996/08/28	H8	11:50	190	247		○	○	○	○	○	○	常満以上	1日	1日	1日	日	1日
	17	1997/07/13	H9	11:00	40	85		○	○	○	○	○	○	1日	1日	2日	2日	5日	14日
	18	1997/07/28	H9	18:00	33	126		○	○	○	○	○	○	3日	5日	最長9日	9日	9日	9日
	19	1997/08/05	H9	11:30	89	107		○	○	○	○	○	○	1日	1日	1日	2日	2日	4日
	20	1998/09/22	H10	15:20	144	154		○	○	○	×(132)	×(132)	×(132)	1日	1日	2日	-	-	-
	21	1998/09/24	H10	16:00	36	105		○	○	○	○	○	○	1日	2日	3日	3日	4日	5日
	22	1998/10/18	H10	02:30	114	113		○	○	○	○	○	○	1日	1日	1日	2日	3日	256日
	23	1999/06/25	H11	02:30	27	92		○	○	○	○	○	○	1日	2日	2日	2日	2日	4日
	24	1999/06/30	H11	00:00	201	167		○	○	○	×(120)	×(120)	×(120)	常満以上	常満以上	1日	-	-	-
	25	1999/09/15	H11	12:40	87	104		○	○	○	○	○	○	1日	2日	5日	5日	5日	5日
	26	2000/09/12	H12	20:00	12	129		○	○	○	○	○	○	50日	50日	51日	51日	51日	51日
	27	2000/11/02	H12	13:10	105	154		○	○	○	○	○	○	1日	1日	1日	2日	4日	123日
	28	2001/06/20	H13	07:10	36	91		○	○	○	○	○	○	1日	1日	1日	3日	4日	691日
降雨予測による	29	2003/08/14	H15	19:20	33	105	110	○	○	○	○	○	* (198)	1日	1日	1日	1日	2日	-
	30	2004/05/16	H16	19:00	18	52	82	○	○	○	○	○	○	1日	2日	2日	3日	4日	6日
	31	2004/09/30	H16	00:20	87	125	134	○	○	○	○	○	○	1日	2日	3日	4日	8日	9日
	32	2004/10/08	H16	21:50	21	69	82	※						※					
	33	2004/10/20	H16	18:00	271	259	274	○	○	○	○	○	○	常満以上	常満以上	常満以上	常満以上	常満以上	常満以上
	34	2004/12/05	H16	06:10	32	82	83	○	○	*	*	*	*	1日	1日	-	-	-	-
	35	2005/07/04	H17	19:20	22	76	95	* (72)	*	*	*	*	*	1日	-	-	-	-	-
	36	2006/07/17	H18	15:10	44	98	124	○	○	○	○	○	○	1日	1日	1日	1日	2日	3日
	37	2006/07/19	H18	07:50	120	113	124	○	○	○	○	○	○	1日	1日	1日	1日	2日	3日
	38	2007/07/14	H19	14:20	29	105	126	○	○	○	○	○	○	1日	2日	2日	3日	4日	170日以上

- : 予備放流ができた。 括弧書きは予備放流で確保できた容量を示す。(単位:約 万m3)
- × : 予備放流ができなかった。(時間不足) 水位回復の欄中の数字は水位回復までに要する日数
- : 予備放流ができなかった。または、予備放流をしている途中で注意報が解除となり、予備放流の必要が無くなったことから、水位回復の確認の必要がないケースである。
- * : 予備放流をしている途中で注意報が解除となり、ピーク流入量も洪水量以下に収まったため、洪水調節の必要が無くなったケースである。
- ※ : 予備放流開始雨量に達しているが、注意報・警報の発令がないため、予備放流が開始できなかった。しかしながら、実際にはピーク流入量が20m3/s程度と少なく、洪水調節する必要がないため、シミュレーションの対象とする必要が無いケースである。

4) 河川整備計画(原案)に位置づける洪水調節容量の設定

以上の結果から、現行の予備放流容量 80 万 m³ を 120 万 m³ まで拡大し、洪水調節容量 560 万 m³ を 600 万 m³ とすることとした。

2 今後の実施方法

以上のシミュレーションでは、予備放流容量 120 万 m³ までは治水、利水面での支障がないことを確認した。

しかし、気候変動に起因する異常気象を考慮すると、予備放流容量の拡大の実施にあたっては、実運用の中で、治水も利水も支障がないことを確認しながら進める必要がある。

このため、事前放流*により、治水・利水に支障のない予備放流手続き開始の判断雨量の設定や、水位回復に要する時間の確認等を行い、予備放流容量の拡大に向けて、表 5 のとおり段階的に進める。

表 5 確保容量の段階的な拡大

段階	事前放流の試行		予備放流容量の拡大
	①現行の事前放流容量20万m ³	②事前放流容量を40万m ³ に拡大	③事前放流容量40万m ³ を予備放流に変更
洪水調節容量	洪水調節容量560万m ³ (予備放流容量80万m ³) + 事前放流容量 20万m ³	洪水調節容量560万m ³ (予備放流容量 80万m ³) + 事前放流容量 40万m ³	洪水調節容量600万m ³ (予備放流容量 120万m ³)
貯水池容量配分図			
拡大分の容量による調節効果	なし	なし	有

※ 現在、青野ダムでは、予備放流容量の拡大を図るため、平成 20 年 11 月から事前放流による試行を行っている。

予備放流は、治水と利水で兼用する容量を放流するものであり、事前放流は、利水容量の一部を利水者の協力により放流するものである。

資料 1-7 流域対策の目標設定について

「河川整備計画(原案) 第4章 河川整備の実施に関する事項
第1節 洪水、高潮等による災害の発生の防止又は軽減に関する事項
2 流域対策」に関すること

要 旨

本資料は、学校、公園貯留の推進に際しての課題を示し、段階的な整備の模式図を示すとともに、ため池貯留の整備の考え方を示したものである。

また、上記を踏まえ、河川整備計画(原案)における目標分担量 30m³/s の内訳（各貯留の整備箇所数）を示した。

資料構成

- 1 学校、公園
- 2 ため池
- 3 整備量の決定

武庫川水系河川整備計画(原案)等に関する説明用補足資料

流域対策の目標設定について

流域対策の整備目標は、以下の考え方で設定した。

1 学校、公園

教育等の関係機関や地域住民の協力を得るために、以下の点を考慮して雨水貯留施設の整備に取り組んでいく必要がある。

- ①施設が本来有している機能維持や利用者の安全性に対する不安の解消
- ②流域が一体となって流出抑制に取組み、流域全体での防災力向上の必要性に対する理解
このため、検証期間を設けて、高等学校での先行実施後、各地域のモデル箇所にて試行して、不安の解消を図るとともに必要性の理解を得ながら、流域各地域で整備を進める。(図1)

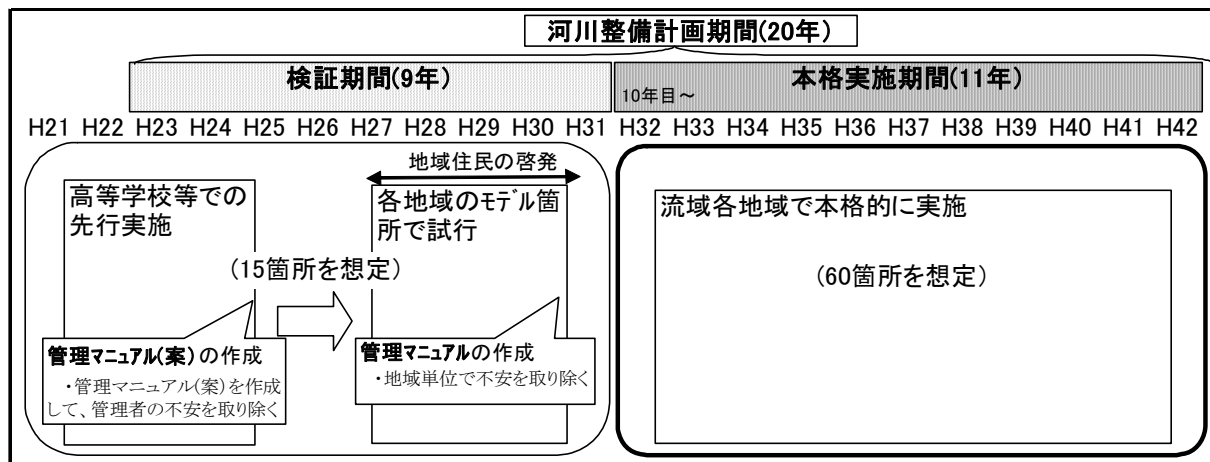


図1 整備の考え方

2 ため池

農業関係機関やため池管理者と協議し、安全性の確保や利水・環境保全機能との整合を図りつつ、雨水の流出抑制に取り組んでいく必要がある。このため、下記の考え方で整備する。

- ① 農地の減少により治水転用が見込まれる箇所について整備する。
- ② 老朽ため池改修工事が見込まれる箇所について、整備する。

3 整備量の決定

上記を踏まえて、流域対策施設を整備し、整備目標に対する分担量を30m³/sとする。各施設の整備箇所数は、表1のとおりである。

表1 流域対策の内訳

施設	想定整備箇所数※		整備計画における箇所数の考え方
	基本方針	整備計画	
学校・公園	190箇所	75箇所	流域市及び住民の理解を得ながら進めるため、整備は段階的に行う
ため池	90箇所	31箇所	農地の減少により治水転用が見込まれる箇所と、整備計画期間内に老朽ため池改修工事が見込まれる箇所を整備する
防災調整池	53箇所	—	(整備計画レベルに対して、流出抑制機能を有する施設として既に整備済みである)
合計	333箇所	106箇所	

※箇所数は想定であり、具体的整備箇所は、今後、地元調整等を行う中で決定されるため、変更の可能性がある。

(3) 利水に関する資料

資料 1-8 正常流量の検討地点について

「河川整備計画(原案) 第4章 河川整備の実施に関する事項
第2節 河川の適正な利用及び流水の正常な機能の維持に関する事項
1 正常流量の確保」に関すること

要 旨

本資料は、河川整備基本方針において、正常流量（流水の正常な機能を維持するために必要な流量）を定めるにあたり、「動植物の生息地又は生育地の状況」及び「漁業」からの必要流量を設定するための検討区間・検討地点を示したものである。

資料構成

正常流量の検討地点について

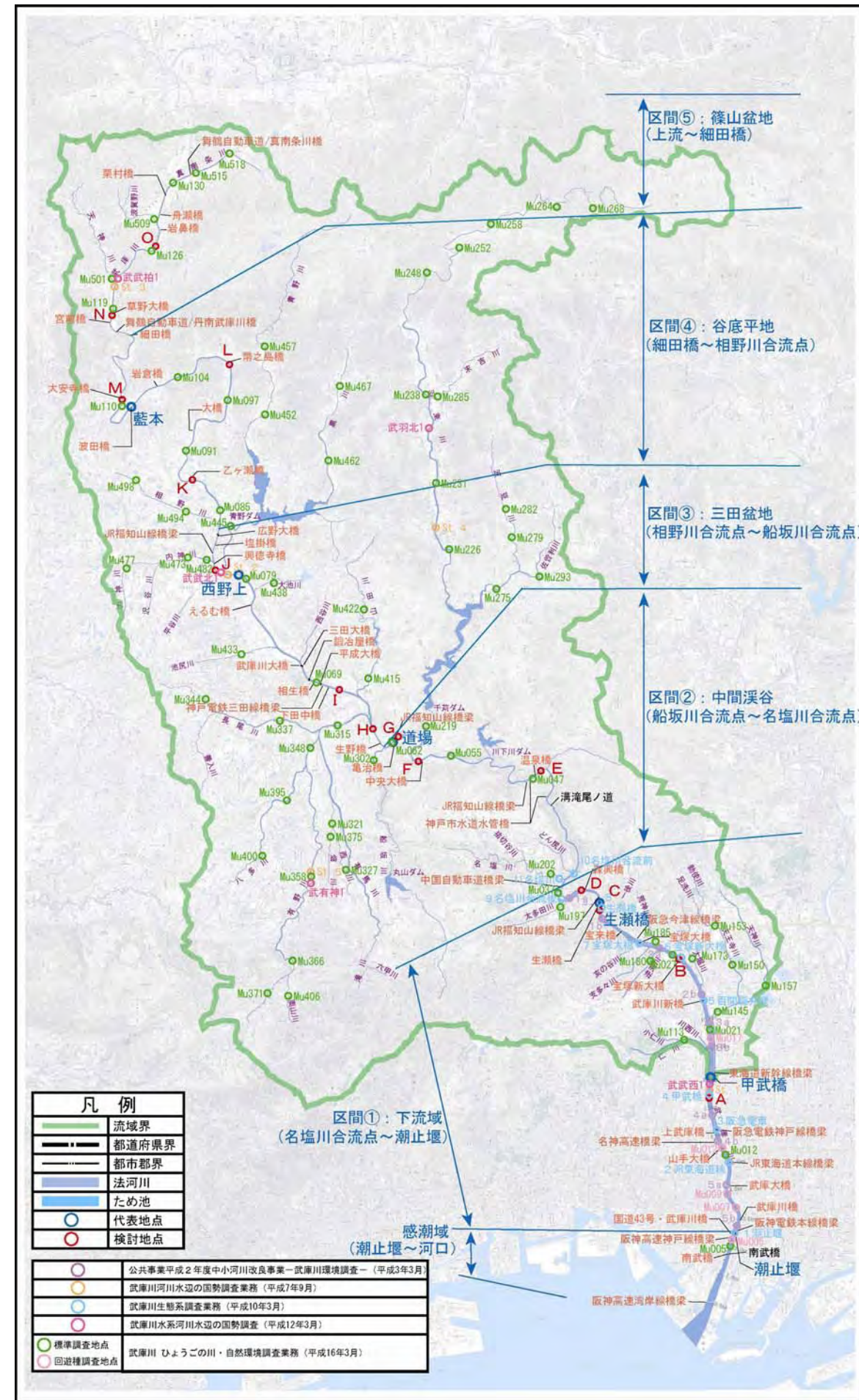
- 「動植物の生息地又は生育地の状況」及び「漁業」の項目の検討地点一覧
- 検討地点・河川分割図

正常流量の検討地点について

○「動植物の生息地又は生育地の状況」及び「漁業」の項目の検討地点

区間	区間	地点
区間①	河口～仁川合流点	A 甲武橋下流の瀬
	仁川合流点～逆瀬川合流点	B 宝塚新大橋下流の瀬
	逆瀬川合流点～惣川合流点	C 生瀬橋下流の瀬
	惣川合流点～名塩川合流点	D 森興橋上流の瀬
区間②	名塩川合流点～川下川合流点	E 僧川合流点上流の瀬
	川下川合流点～羽束川合流点	F 下水処理場周辺の瀬
	羽束川合流点～船坂川合流点	G 千苺浄水場上流の瀬
区間③	船坂川合流点～山田川合流点	H 有馬川合流点下流の瀬
	山田川合流点～青野川合流点	I 鉄屋橋上流の瀬
	青野川合流点～相野川合流点	J 興徳寺橋下流の瀬
区間④	相野川合流点～黒谷川合流点	K 乙ヶ瀬橋下流の瀬
	黒谷川合流点～播尻川合流点	L 幣之島橋下流の瀬
	播尻川合流点～細田橋	M 大安寺橋下流の瀬
区間⑤	細田橋～天神川合流点	N 草野大橋下流の瀬
	天神川合流点～真南条川合流点	O 岩鼻橋下流の瀬

* 「景観」「流水の清潔の保持」の項目の検討地点は、武庫川水系河川整備基本方針利水に関する資料に記載のとおり。



資料 1-9 魚類毎に必要な流量の算定について

「河川整備計画(原案) 第4章 河川整備の実施に関する事項
第2節 河川の適正な利用及び流水の正常な機能の維持に関する事項
1 正常流量の確保」に関すること

要 旨

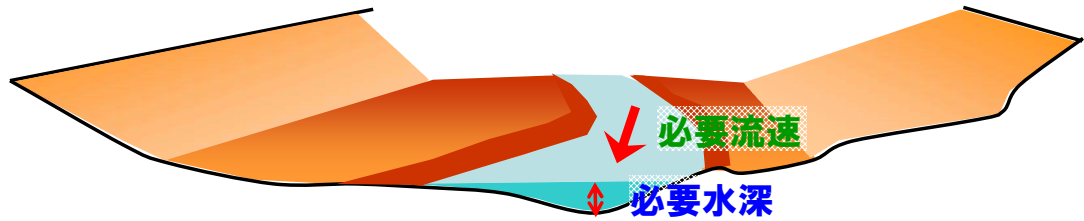
本資料は、河川整備基本方針において、正常流量（流水の正常な機能を維持するために必要な流量）を定めた際の魚類毎に必要な流量の算定について示したものである。

資料構成

魚類毎に必要な流量の算定について

魚種毎に必要な流量の算定について

- 魚種毎の必要水理条件を満足するための**流量**は、**必要水深**と**必要流速**から算出される流量の内、大きい方の値を採用して決定します。



- **必要水深**と**必要流速**に対応する**流量**を設定するためには、検討断面に対応した**〔水深～流量〕**の関係、**〔流速～流量〕**の関係を把握することが必要になります。

- この関係は**マンニング式**を用いて算定しますが、計算に必要な情報は、**現地観測**により把握します。



- ① **断面形状**と**流量・水深・流速**の関係を把握するために、以下の項目について**現地調査**します。

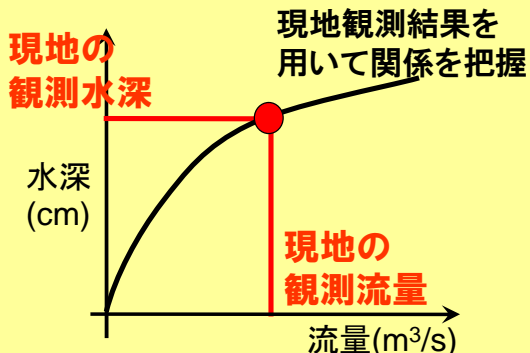
〔断面形状〕、〔現況の水深〕、〔現況の流速〕、〔現況の流量〕

- ② マンニング式に用いる定数について、現地状況を反映出来るよう**観測結果から適正な値**を設定し、**〔水深～流量〕**関係、**〔流速～流量〕**関係を把握します。

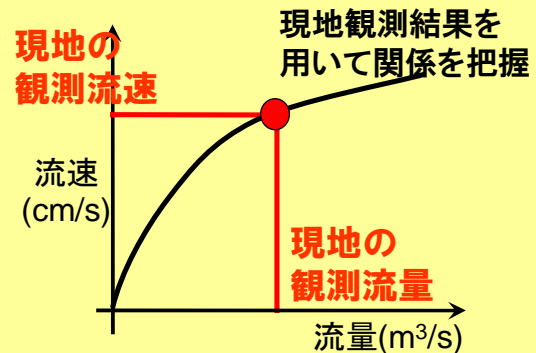
$$Q(\text{流量}) = A(\text{断面積}) \times V(\text{流速})$$

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2} \quad n: \text{粗度係数}, R: \text{径深}, I: \text{勾配}$$

● 〔水深～流量〕の関係の例

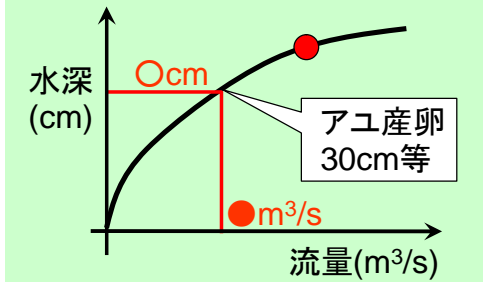


● 〔流速～流量〕の関係の例

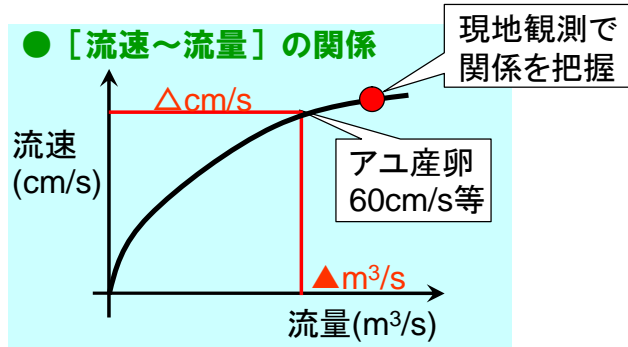


③得られた【水深～流量】関係、【流速～流量】関係を使って、
魚種毎の必要水深、必要流速に対応した流量を算定します。

● 【水深～流量】の関係



● 【流速～流量】の関係



上記●m³/sと▲m³/sの大きい方の値を必要流量とします。