

十勝川千代田分流堰魚道検討委員会

第 1 回検討委員会資料

平成 1 3 年 9 月 1 7 日

北海道開発局帯広開発建設部

目 次

1	検討地区の概要	-----	1
2	千代田新水路事業の概要	-----	2
3	関連事業の概要	-----	4
3.1	エコロジープーク構想	-----	4
3.2	サケマス増養殖事業の概要	-----	5
4	魚道の検討	-----	6
4.1	魚類の生息状況	-----	6
4.2	魚類の必要性	-----	8
4.3	対象魚種の選定	-----	11
4.4	魚道配置の基本方針	-----	13
4.5	魚道型式の比較検討	-----	19
4.6	魚道基本形状図	-----	24

.....

資 料 集

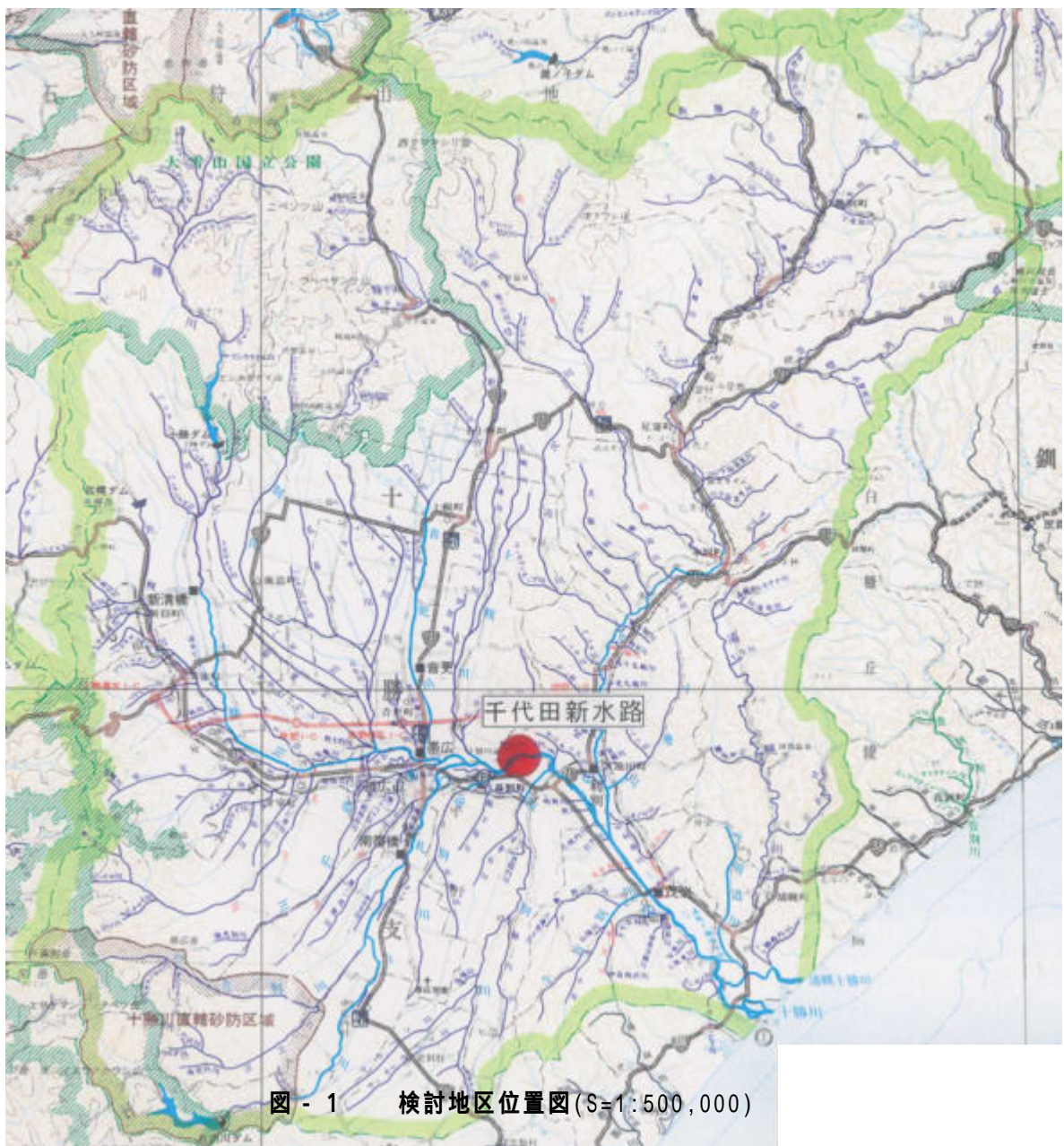
- 資料 - 1 流況
- 資料 - 2 流量発生分布頻度
- 資料 - 3 水質

1. 検討地区の概要

一級水系十勝川は、幹川流路延長156km、流域面積9,010km²を有する我が国屈指の大河で、その源を北海道の屋根、大雪山連峰十勝岳に発し、裏大雪山を東西に迂回、山間溪谷を縫流して広大な十勝平野の西北端に至り、豊頃町大津にて太平洋に注いでいる。

千代田新水路が計画されている千代田地区は図 - 1 に示すように、十勝川の河口から約43km上流側に位置し、十勝平野の中核である帯広市から直線距離で11.5kmの至便な位置にあり、釣り、サイクリング等住民の憩いの場となっている。また、既設の千代田堰堤から流れ落ちる流水の壮大さも相まって年間40万～50万人の観光客が訪れる観光名所となっている。

一方、この千代田堰堤の堤頂は、計画河床高より約5.6mも高く構築されているため、洪水時の流れを著しく阻害しており、改築が必要な施設である。

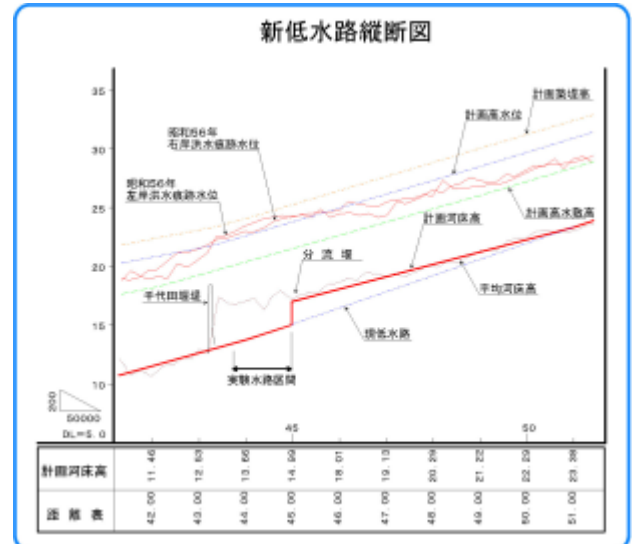


2. 千代田新水路事業の概要

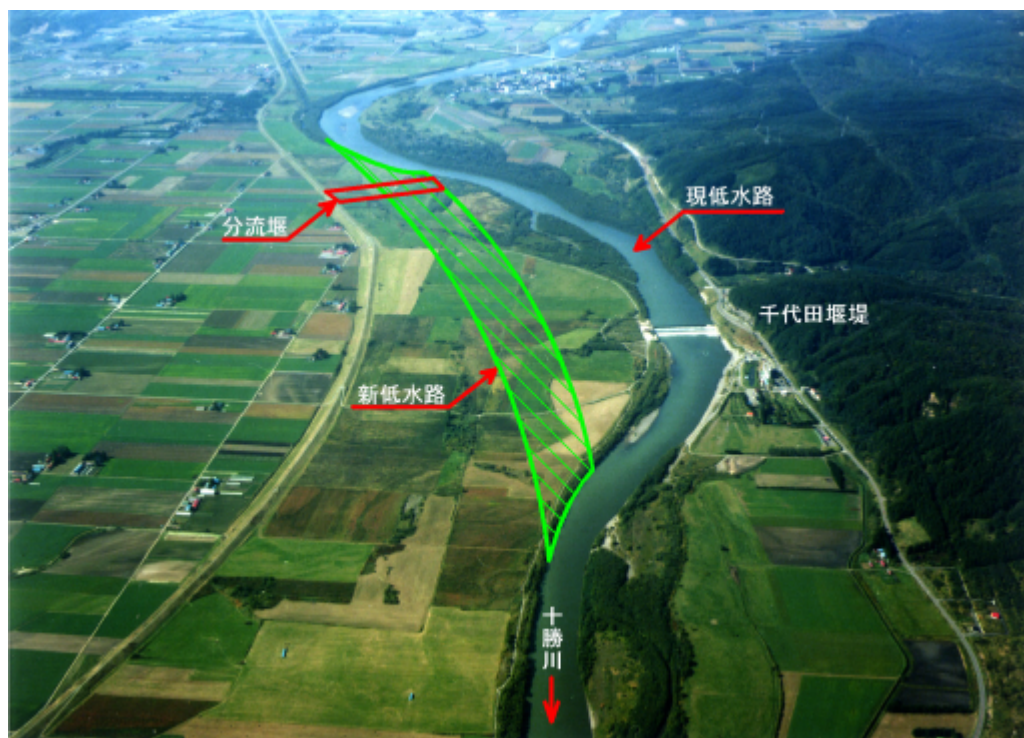
十勝川中流部に位置する千代田堰堤は、十勝川の計画河床高より約5.6mも高い固定堰であり、計画高水流量9,300m³/sに対して現況流下能力が約4,000m³/sと低い状況をもたらしている。また、低水路も左岸側に大きく湾曲し、洪水時のスムーズな流れを阻害している。

昭和56年8月には約6,000m³/sの洪水が発生し計画高水位を越え、付近一帯の田畑に冠水や右岸側護岸が破壊するなど、この洪水により床上・床下浸水355戸、総額548億円もの被害が発生した。

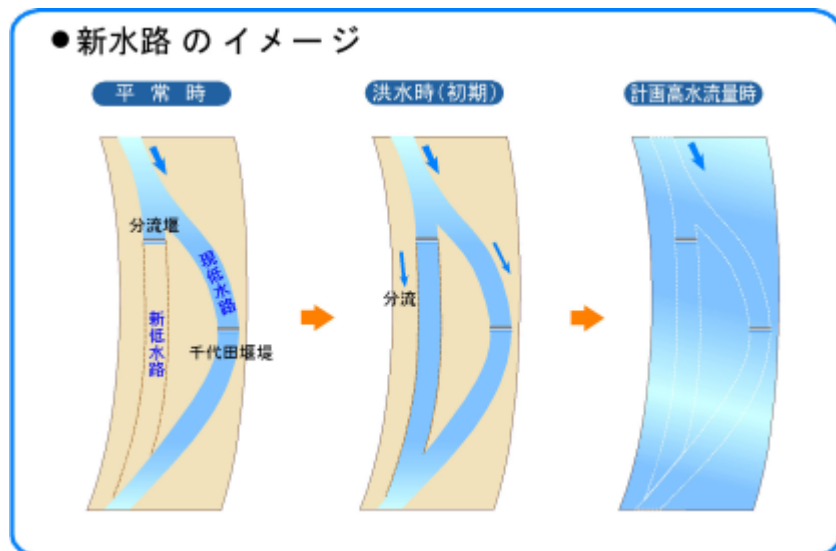
昭和56年8月の洪水災害で被災した千代田堰堤



そこで、当該地区の抜本的な治水対策を行う必要が生じた。



千代田新水路は、千代田堰堤による流下能力不足と湾曲部の解消を目的に、右岸側の高水敷に新たな低水路を掘削することとした。新低水路の上流側には分流堰を設け、通常時はゲートを閉めて現低水路に水を流し、洪水時にはゲートを開けて新低水路にも水を流す計画である。



分流堰には、流量調節の容易さと経済性に優れた、起伏式ゲートを計画している。この堰には、高さ約3.9m、幅約45mのゲートを4門設置予定であり、完成時には起伏式ゲートとして、国内最大規模の施設となる予定である。

3. 関連事業の概要

3.1 エコロジーパーク構想（十勝エコロジーパーク財団発行パンフレット：十勝エコロジーパークによる）

(1) 経緯

十勝エコロジーパーク構想は、昭和60年の「十勝サーモンパーク懇話会」設立に端を発している。

その後、具体的プランを検討するなかで、平成7年7月には構想の一部が北海道立広域公園に決定された。平成8年度には1市5町（帯広市・音更町・幕別町・池田町・豊頃町・浦幌町）十勝エコロジーパーク推進協議会による事業化調査報告（基本構想面積418ha）が出され、平成10年3月17日に、広域公園として都市計画決定（面積409.8ha）された。

十勝エコロジーパークの経緯

S.60.12 「十勝川サーモンパーク懇話会」設立	H.4.9 自然産卵用親サケ放流事業に着手(以後毎年実施)20匹
S.62.3 「十勝川サーモンパーク構想策定協議会」設立	H.6.10 十勝川サーモンパーク基本計画に着手(十勝川サーモンパーク構想推進協議会)
S.63.3 十勝川サーモンパーク構想策定調査(十勝川サーモンパーク構想策定)協議会	H.7.3 (仮称)十勝エコロジーパーク推進基本計画策定(十勝川サーモンパーク構想推進協議会)
S.63.4 十勝川サーモンパーク構想マスタープラン策定	H.7.6 「十勝エコロジーパーク推進協議会」に名称変更
H.1.4 「十勝川サーモンパーク構想推進協議会」設立	H.7.7 北海道立広域公園地区決定
H.1.10 北海道地域総合振興機構(はまなす財団)事業化計画策定事業採択	H.9.3 十勝エコロジーパーク事業化調査(1市5町・十勝エコロジーパーク推進協議会)
H.3.3 十勝川サーモンパーク事業化計画策定(はまなす財団)	H.9.5 「財団法人十勝エコロジーパーク財団」設立
H.3.5 十勝川サーモンパーク概念策定(十勝川サーモンパーク構想推進協議会)	H.10.3 広域公園として都市計画決定
H.3.8 十勝圏観光施設実態調査実施	
H.3.9 千代田堰堤より親サケ再放流事業に着手(以後毎年実施)100匹	
H.4.3 十勝川サーモンパークプロジェクト事業化計画策定報告書(はまなす財団)	

(2) 理念(抜粋)

〔自然と人間の共生を目指す公園〕

十勝エコロジーパークは自然と人間との共生の理念を真摯に受けとめその実現を目指しています。

〔100年先をめざす環境育成型の公園〕

十勝エコロジーパークはまず森を作り、豊かで多様な自然環境を育成していくことから始まり、その過程を学び楽しめる公園を目指しています。施設はそれからの活動を支援する拠点となるもので、施設全体の公園づくりより、環境育成型の公園を目指しています。

〔市民活動を誘発する公園〕

十勝エコロジーパークは、環境問題に取り組もうとする様々な市民の活動を誘発し、それを受け入れていく基盤となるもので、市民と行政が一体となって進める公園づくりの新たな試みの場を目指しています。

〔十勝圏全体へと発信する公園〕

十勝エコロジーパークは、公園敷地内での完成を目指すだけではありません。この公園をきっかけとして周辺にも森が広がり、河川に沿って緑地が延び、道路を緑化し、やがて山の緑と平地の緑がしっかりと繋がり、周辺の農業や産業のあり方にも新しい展開を示唆するものを目指しています。

3.2 サケマス増養殖事業の概要

十勝川では、幕別(猿別川)・池田(十勝川・千代田堰堤)の2箇所に捕獲場があり、幕別・札内・十勝の3つの事業場と、更別・利別の2民間収容場を含めると、種卵収容能力250,000万粒の収容設備を有し、本道における最大の資源河川として重要な役割を果たしている。

十勝川水系では、図 - 2 に示すように、およそ10箇所でサケの稚魚放流が行われている。千代田堰堤で捕獲されているサケは、札内川・メン川・途別川で放流された個体である。

主なふ化放流地点

番号	主体	河川名
	北海道さけますふ化場 札内事業場	メン川
	北海道さけますふ化場 幕別事業場	旧途別川
	北海道さけますふ化場 十勝第二事業場	猿別川
	北海道さけますふ化場 等	途別川 春日橋
	北海道さけますふ化場 等	札内川 第二大川橋
	北海道さけますふ化場 等	札内川 中島新橋下流KP1/30
	北海道さけますふ化場 等	札内川 上札内橋下流KP3/38
	北海道さけますふ化場 等	戸蔭別川 戸蔭大橋
	北海道さけますふ化場 等	十勝川 下幌岡KP0/3
	大津漁協更別ふ化場	猿別川

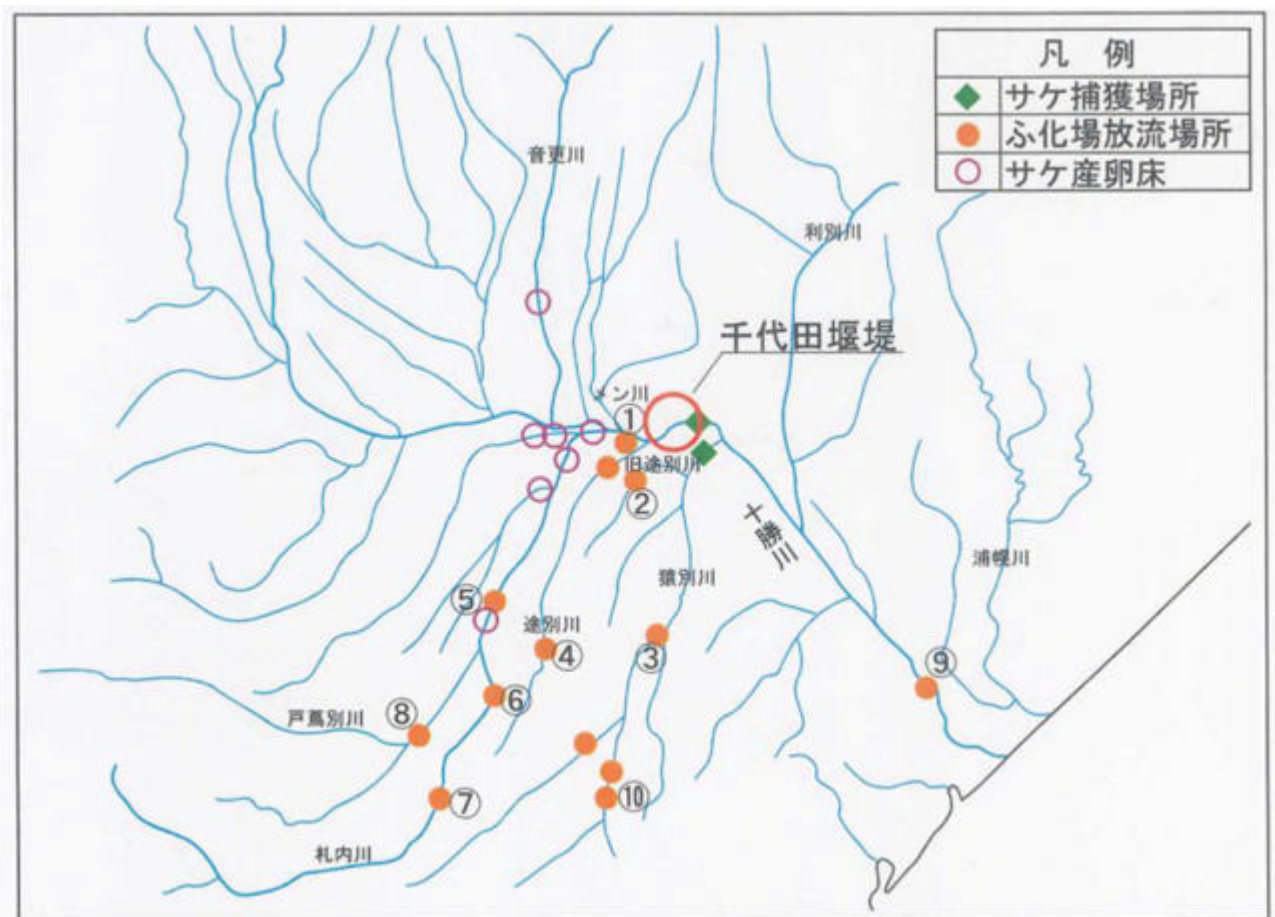


図 - 2 十勝川流域の主なサケふ化の放流地点

4. 魚道の検討

4.1 魚類の生息状況

既往文献から十勝川の中下流部における生息魚類を整理すると表 - 1 及び表 - 2 となり、34種の魚類があげられる。H12年度に実施した千代田堰堤周辺の捕獲調査では、表中の10魚種が捕獲されている。

表 1 十勝川中下流部における生息魚類

区 分	魚 種			
純淡水魚 (13種)	スナヤツメ	オショロコマ	エソウグイ	ヤチウグイ
	シナイモツゴ	モツゴ	コイ	ドジョウ
	フクドショウ	キタノトミヨ	シュスカケハゼ	ハナカシカ
	フナ類			
遡河回遊魚 (14種)	カワヤツメ	キュウリウオ	シシャモ	ワカサギ
	イトウ	アメマス	ニジマス	サクラマス
	ギンザケ	サケ	カラフトマス	シラウオ
	ウグイ	イトヨ		
両側回遊魚 (3種)	ヨシノボリ	ヌマチチブ	シマウキゴリ	
汽水魚 (1種)	ヌマガレイ			
その他 (3種)	カワヤツメ の1種	ウグイの1種	イトヨの1種	
計 (34種)				

純淡水魚 : 淡水で生まれ、一生を湖や河川などの淡水域ですごす魚。

遡河回遊魚 : 淡水で生まれ、しばらく淡水ですごした後に、海に下って成長し、産卵のため再び淡水に戻る魚。

両側回遊魚 : 淡水で生まれるとすぐに海に下り、しばらく海ですごした後、淡水に戻って成長し産卵する魚。

汽水魚 : 一生の大部分を河口から感潮域ですごす魚

■ : H12年度調査で千代田堰堤周辺(下流、魚道内、上流)捕獲された種

表 - 2 十勝川中下流部における生息魚類（既往文献）

	科	種		文献調査		現地調査		文献調査		現地調査		現地調査
				1	2	3	4	5	6	7	8	9
				1979	1987	1991～2	1999?	1985	1979	1984	1997	2000
1	ヤツメウナ	カワヤツメ	遼河回遊魚									
2		スナヤツメ	純淡水魚									
3		カワヤツメ属の1種	遼河回遊魚									
4	キュウリウ	キュウリウオ	遼河回遊魚									
5		シシャモ	遼河回遊魚									
6		ワカサギ	遼河回遊魚									
7	サケ	イトウ	遼河回遊魚									
8		オショロコマ	純淡水魚									
9		アメマス	遼河回遊魚									
10		ニジマス	遼河回遊魚									
11		サクラマス(ヤマメ)	遼河回遊魚									
12		ギンザケ	遼河回遊魚									
13		サケ	遼河回遊魚									
14		カラフトマス	遼河回遊魚									
15	シラウオ	シラウオ	遼河回遊魚									
16	コイ	ウグイ	遼河回遊魚									
17		ウグイ属の1種	-									
18		エゾウグイ	純淡水魚									
19		ヤチウグイ	純淡水魚									
20		シナイモツゴ	純淡水魚									
21		モツゴ	純淡水魚									
22		コイ	純淡水魚									
23		フナ類	純淡水魚									
24	ドジョウ	ドジョウ	純淡水魚									
25		フクドジョウ	純淡水魚									
26	トゲウオ	イトヨ	遼河回遊魚									
27		キタノトミヨ	純淡水魚									
28		イトヨ属の1種	-									
29	ハゼ	ヨシノボリ	両側回遊魚									
30		ヌマチチブ	両側回遊魚									
31		ジュズカケハゼ	純淡水魚									
32		シマウキゴリ	両側回遊									
33	カジカ	ハナカジカ	純淡水魚									
34	カレイ	ヌマガレイ	汽水魚									
計	10科	34種										

千代田新水路分流堰魚道検討(1999)	1.北海道(1979)第2回自然環境保全基礎調査、河川調査報告書 2.北海道(1987)第3回自然環境保全基礎調査、河川調査報告書 3.現地調査(1991～2) 4.現地調査(1999)
十勝川千代田地区施工計画検討業務報	5.昭和60年度十勝川水系環境調査報告書 6.北海道(1979)第2回自然環境保全基礎調査、河川調査報告書 7.現地調査(1984)
平成9年度 河川水辺の国勢調査	8.現地調査(1997)
平成12年度千代田地区魚類調査	9.現地調査(2000)

:捕獲

:聞き取り 記録

純淡水魚 淡水で生まれ、一生を湖や河川の上流域などの淡水域ですごす魚。

遼河回遊魚 淡水で生まれ、しばらく淡水ですごした後、海に下って成長し、産卵のため再び淡水に戻る魚。

両側回遊魚 淡水で生まれるとすぐに海へ下り、しばらく海ですごした後、淡水に戻って成長し産卵する魚。

汽水魚 周縁魚に似るが、一生の大部分を河口から感潮域ですごす魚。

4.2 魚道の必要性

(1) 既設魚道の状況

千代田堰堤は、昭和 10 年に完成した最大取水量 2.912m³/s の農業用水取水を目的とする堰である

昭和 50 年 8 月洪水で、堰の直下流の河床が異常洗掘を受け一部倒壊に至ったため農業用施設災害復旧事業として採択を受け、副堤工事を行うとともに、道サケ・マスふ化場より「朔河性の魚類が遡上できなくなるため、水産資源保護のため朔河性魚族の通路の確保」「護床工の間に入った親魚の捕獲作業（曳網）ができなくなり無為に消散する。このため親魚を上流に遡上させ、捕獲をし資源の有効な利用をはかる必要がある。」とする要請を受け、堰堤の右岸に魚道が設置された。

この魚道の利用状況を把握するために、次に示す千代田堰堤の上下流及び魚道内の 3 地点において平成 12 年度に魚類捕獲調査を実施した。

回数	実施月日時
第 1 回目	平成 12 年 6 月 29 日 12 時～ 6 月 30 日 12 時
第 2 回目	平成 12 年 8 月 23 日 12 時～ 8 月 24 日 12 時
第 3 回目	平成 12 年 11 月 7 日 12 時～ 11 月 8 日 12 時



図 3 千代田地区周辺の魚類調査地点(平成 12 年)

(H12 年度千代田地区魚類調査(社)北海道栽培漁業振興公社実施)

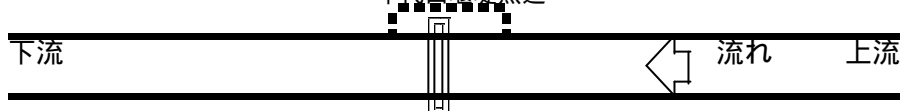
調査結果は以下に示すとおりである。

- ・魚道内の捕獲調査結果をみると、魚道を遡上した魚類はニジマス・サケ(親魚)・アメマス・ウグイ・エゾウグイ・ウグイ属である。
このうち、ウグイ属は堰堤下流に多数の魚類が確認されているものの、実際に魚道内で捕獲されたのは1尾である。このウグイ属は体長が小さく、ウグイあるいはエゾウグイに判別しにくいものである。
- ・以上から、魚道を利用している主な魚種は、中型から大型の遊泳魚と考えられる。
- ・小型の回遊魚であるイトヨや底生魚であるハナカジカは堰堤下流に確認されているものの魚道内には確認されていないため、これら小型魚及び底生魚は魚道を利用しにくい状況にあると考えられる。



魚道を遡上している魚種は、中型～大型の遊泳魚であり、小型魚及び底生魚は魚道を遡上することが困難であると考えられる。

千代田堰堤魚道



地点 時期 魚種	堰堤下流				魚道				堰堤上流			
	1回目 6/29	2回目 8/23	3回目 11/7	計	1回目 6/29	2回目 8/23	3回目 11/7	計	1回目 6/29	2回目 8/23	3回目 11/7	計
スナヤツメ		1	10	11						1	8	9
ニジマス		231	1	1	340	161		2			2	2
サケ(稚魚)	75 86			86					82 46			46
サケ(親魚)			21	21		1	236	237				
カラフトマス		485 1		1								
アメマス						354 3		3				
ウグイ	131 73	166 340	7	420	167 17	180 373		390	136 6		39	45
エゾウグイ		140 37		37	175 7	178 36		43	159 2			2
ウグイ属	63 26	63 815		841	86 1			1	89 3	52 38		41
フクドジョウ										54 21	2	23
イトヨ	88 4			4								
ハナカジカ	172 1		5	6								
ジュズカケハゼ			18	18							3	3

(注) (1) 上段：平均全長(mm)、下段：捕獲数

(2) は目視確認

(3) 調査時間は各回ともに24時間。但し第3回目の魚道内サケは、11/7 7:25と11/8 10:05の値である。

(2) 魚道の必要性

十勝川の中下流部において、太平洋からの河川の連続性をみると、千代田堰堤が唯一の横断構築物である。

この千代田堰堤には魚道が設置されているが、H12年調査結果によれば、サケ・ウグイなどの遊泳力の大きい魚は利用しているものの、イトヨ・ウグイ類等の小型で遊泳力の小さい魚や底生魚であるハナカジカは魚道を利用できずにいる。すなわち、魚道を利用可能な魚種は、中型～大型の遊泳魚であり、小型魚及び底生魚は魚道を利用しにくい状況となっている。また、ウグイ等の中型で遊泳力の大きい魚に対しても、遡上は可能なものの、遡上効率という点では充分ではないと考えられる。

後述の魚道対象魚の検討では、6科11種が対象として考えられる。しかしながら、これらの魚種の内、魚道を実際に利用しているのが確認されたのは次の5種であり、本来あるべき望ましい生息環境に近づけるためには、河川の連続性を回復することが必要である。

魚道対象魚種とH12年調査確認結果

魚道対象魚種 (千代田堰堤下までの遡上魚)		H12年調査確認魚数		
		魚道内	堰下流	堰上流
ヤツメウナギ科	カワヤツメ			
キュウリウオ科	ワカサギ			
サケ科	サケ(親魚)	237	21	
	カラフトマス		1	
	サクラマス			
	ニジマス	2	1	2
	アメマス	3		
コイ科	ウグイ	390	420	45
	エゾウグイ	43	37	2
トゲウオ科	イトヨ		4	
ハゼ科	ヨシノボリ			
合計	11種	5種	6種	3種

このような現状を踏まえ、治水上の必要性から整備される新水路においては、その分流堰に魚道を設置し、千代田堰堤によって損なわれている現状の魚類生息環境のできるかぎりの回復を図る必要がある。

4.3 対象魚類の選定

前述 4.1 では「十勝川中下流部における生息魚類分布」として以下に示す 3 4 種の魚種が、そのうち千代田地区魚類調査結果確認された魚種として 1 1 種が整理された。

生活史での区分	魚 種			
純淡水魚 (13 種)	スナヤツメ	オシヨロコマ	エゾウグイ	ヤチウグイ
	シナイモツゴ	モツゴ	コイ	ドジョウ
	フクトジョウ	キタノトミヨ	ジュスカケハゼ	ハナカジカ
	フナ類			
遡河回遊魚 (14 種)	カワヤツメ	キュウリウオ	シシャモ	ワカサギ
	イトウ	アメマス	ニジマス	サクラマス
	ギンザケ	サケ	カラフトマス	シラウオ
	ウグイ	イトヨ		
両側回遊魚 (3 種)	ヨシノボリ	ヌマチチブ	シマウキゴリ	
汽水魚 (1 種)	ヌマガレイ			
その他 (3 種)	カワツメの 1 種	ウグイの 1 種	イトヨの 1 種	
計 (34 種)				

(注) : H12 年度千代田地区魚類調査結果確認魚種

魚道利用の対象としては、遡河・両側の回遊魚を中心とし、さらに移動性の高い純淡水魚を含め多様な魚種が想定される。ここでは、H 1 2 年度の現地調査結果を含め、既往文献で確認された 3 4 種について魚道対象魚類の検討を行うものとする。

上述の 3 4 魚種の内、河口から約 4 3 km の上流に位置する千代田地区まで遡上する可能性のある魚種としては、カワヤツメ・ワカサギ・サケ・カラフトマス・サクラマス・イトウ・ニジマス・ギンザケ・アメマス・ウグイ・エゾウグイ・イトヨ・ヨシノボリ類の 1 3 種が考えられる。このうち、イトウ・ギンザケ*については近年の採捕記録がないことこれらを除いた 1 1 種を魚道対象魚種とする。

新水路魚道で対象とする魚類

・魚道対象魚は、千代田堰堤下まで遡上すると考えられる次の 1 1 魚種とする。

- ・遡河回遊魚 (9 種) : カワヤツメ、ワカサギ、サケ、カラフトマス、サクラマス、ニジマス、アメマス、ウグイ、イトヨ
- ・両側回遊魚 (1 種) : ヨシノボリ類
- ・淡水魚 (1 種) : エゾウグイ

*ギンザケ : ギンザケについては「河川水辺の国勢調査(1997)」において、上流の芽室地区周辺で秋季に捕獲されている。しかしながら捕獲されたギンザケは 1 尾であり、10 ~ 20cm のサイズであること、近年の採捕の記録がないことから、たまたま迷入した親魚が自然産卵したものであることの可能性が高いと考えられる。

表 3 魚道対象魚の遡上・降下・産卵期一覧表

魚種		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	出典
遡河回遊魚	カワヤツメ						■	■	■					出典 1
	遡上期						■	■	■					
	降下期			■	■	■								
	産卵期			■	■	■								
	ワカサギ			■	■	■								出典 1
	遡上期			■	■	■								
	降下期			■	■	■								出典 1
	産卵期			■	■	■								出典 2
	サケ									■	■	■	■	出典 1
遡上期									■	■	■	■		
降下期			■	■	■									
産卵期			■	■	■					■	■	■		
カラフトマス						■	■	■	■	■	■	■	出典 1	
遡上期						■	■	■	■	■	■	■		
降下期			■	■	■									
産卵期			■	■	■					■	■	■		
サクラマス			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	出典 1	
遡上期			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
降下期			■	■	■									
産卵期			■	■	■					■	■	■		
ニジマス													出典 3	
遡上期														
降下期														
産卵期														
アメマス							■	■	■	■	■	■	出典 1	
遡上期							■	■	■	■	■	■		
降下期			■	■	■									
産卵期			■	■	■					■	■	■		
ウグイ			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	出典 1	
遡上期			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
降下期						■	■	■					出典 4	
産卵期						■	■	■					出典 1	
イトヨ			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	出典 2	
遡上期			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
降下期								■	■	■	■	■		
産卵期								■	■	■	■	■		
両側回遊魚	ヨシノボリ類									■	■	■	出典 1	
遡上期										■	■	■		
降下期										■	■	■		
産卵期										■	■	■		
純淡水魚	エゾウグイ												出典 4	
遡上期														
降下期														
産卵期													出典 1	

千代田堰堤におけるサケ捕獲実施時期										←	→	9月～12月頃
-------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---	---	---------

- 出典 1：正常流量検討における魚類からみた必要流量について H11.12 河川における魚類生態検討会
- 出典 2：最新 魚道の設計 - 魚道と関連施設 - (財)ダム水源地環境整備センター編
- 出典 3：日本の淡水魚 山と渓谷社
- 出典 4：美利河ダム魚道検討委員会報告書(H11.8)

4.4 魚道配置の基本方針

(1) 配慮事項

- ・現千代田堰堤では魚道を利用してサケの捕獲が行われている。
このため、新水路整備に対しては、現在行われている捕獲事業への影響を回避するように漁業協同組合から強く望まれている。
- ・すなわち、新水路の魚道は、対象魚種として設定した多魚種が利用できるようにするが、サケ捕獲時期(9月～12月頃の平常時)には、現在の捕獲事業に影響を及ぼさないように、捕獲用サケを現千代田堰堤に遡上させるという配慮が必要となる。

(2) 魚道配置の考え方

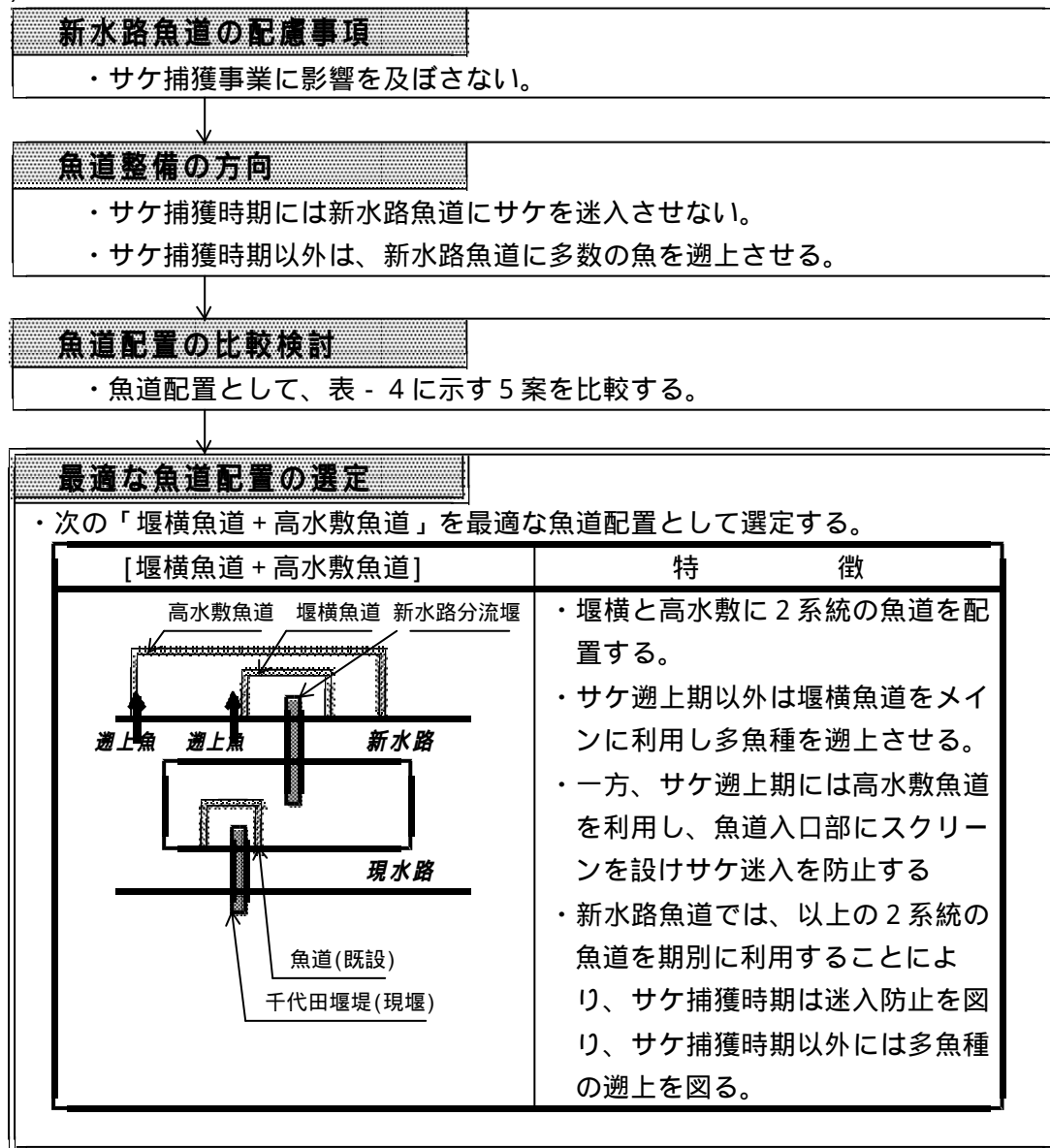
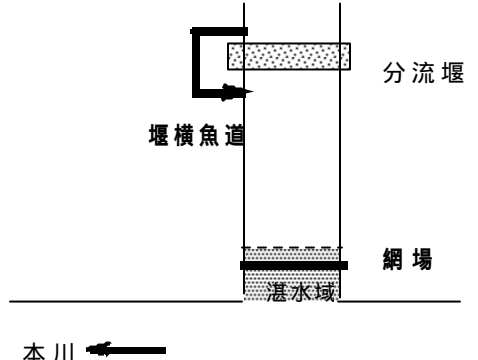
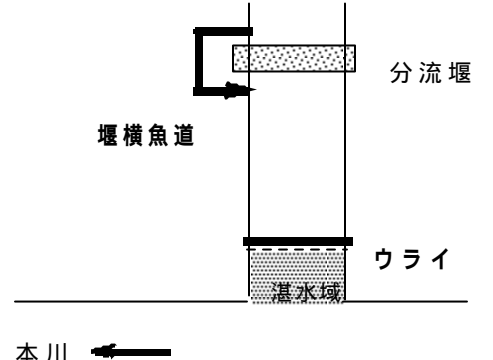
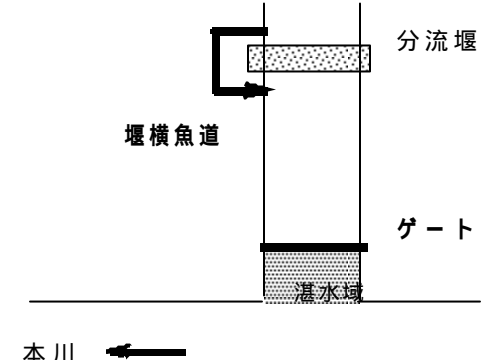
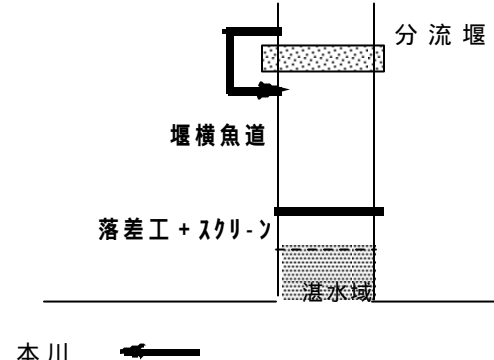
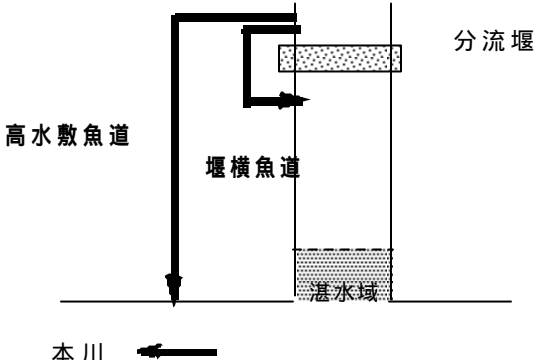


表 - 4 魚道配置の比較表

魚道配置 項目	堰横魚道 + 網場	堰横魚道 + ウライ(上り梁)	堰横魚道 + ゲート (起伏ゲート、ラバーゲート等)	堰横魚道 + 落差工・スクリーン	堰横魚道 + 高水敷魚道
概要					
	<ul style="list-style-type: none"> ・新水路の横断方向に網場を設置しサケの遡上を防止。 ・設置場所は、新水路下流の湛水域とする。 	<ul style="list-style-type: none"> ・新水路の横断方向にウライ(上り梁)を設置し、サケの遡上を防止する。 ・設置場所は、新水路下流の湛水域上流端付近とする。 	<ul style="list-style-type: none"> ・通常はゲートによりサケの遡上を防止する。洪水時にはゲートを開放する。 ・設置場所は、新水路下流とする 	<ul style="list-style-type: none"> ・新水路低水部に落差工・床固工を設け、その一部を切欠いて滞筋の固定を図り、スクリーンを設置する。 ・スクリーンの目合いの調整によりサケの遡上を防止するとともに小型魚の遡上は可能とする。 ・設置場所は、新水路下流の湛水域より上流とする。 	<ul style="list-style-type: none"> ・高水敷に新たな魚道を設け、その流出先は直接本川とし、そこにスクリーンを設ける。 ・スクリーンの目合いの調整によりサケの遡上を防止するとともに小型魚の遡上は可能とする。 ・サケ捕獲期にはこの魚道だけに通水し、堰横魚道には通水しない。
長所	<ul style="list-style-type: none"> ・アンカーと網(ネット)で構成され、他家に比べ設置が容易で安価である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・多くの河川でサケ捕獲用に用いられる。設置は比較的容易であり、平常時は完全にサケの遡上を阻害できる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・平常時は完全にサケの遡上を阻害できる。また、洪水時の流下能力を確保できる 	<ul style="list-style-type: none"> ・平常時はサケの遡上を阻害でき、スクリーンの目合いの調整により小型魚の遡上は可能となる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・平常時はサケの遡上を阻害でき、スクリーンの目合いの調整により小型魚の遡上は可能となる。魚道の流出先を直接本川とするために、新水路に迷入したサケが施設の下流で遊泳するような問題はない。 ・魚道を多自然型に整備することにより高水敷での親水利用等も可能となる。
短所	<p>流れに対するネットの巻上りにより、遡上してきたサケの遡上を完全に防止できない。ネットの目合いにもよるが、他魚種の遡上に対する影響が大きい。付着したゴミ・流木等が疎通能力を阻害するため、洪水時はネットを撤去する必要がある。</p>	<p>サケ以外の魚種の遡上が不可能となる。本川から遡上したサケは、ウライの下流で遊泳し、本川でのサケ捕獲事業に影響がある。河床より上に設置するために、治水上の疎通能力を少なくする。</p>	<p>サケ以外の魚種の遡上が不可能となる。そのため、他魚種用の魚道が必要となる。本川から遡上したサケは、ゲートの下流で遊泳し、本川でのサケ捕獲事業に影響がある。イニシャルコスト・ランニングコストともに高い。</p>	<p>本川から遡上したサケは、落差工の下流で遊泳し、本川でのサケ捕獲事業に影響がある。洪水時にスクリーンにゴミや礫が詰まり、維持管理でそれを取り除く必要がある。河床を押し上げることになり、治水計画との調整が必要となる。イニシャルコスト・ランニングコストともに高い。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・サケ捕獲期と捕獲期以外で堰横魚道(サケ捕獲時期は通水しない)と高水敷魚道(サケ捕獲期はスクリーンをつける)を使い分ける必要がある。
評価	<ul style="list-style-type: none"> ・簡便な施設であるが、ゴミにより疎通能力の阻害を起こすので治水上の問題が大きい。 ・洪水前に撤去することは、洪水予測と撤去時間から維持管理に多大な負担を強いられる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・サケ捕獲用としては実績のある施設であるが、遡上したサケがウライの下流で遊泳してしまうこと、サケ以外の魚種の遡上が不可能となる点で問題が大きい。 ・また、疎通能力を小さくする。 	<ul style="list-style-type: none"> ・サケ遡上を完全に防止できる施設であるが、遡上したサケがゲートの下流で遊泳してしまうこと、サケ以外の魚種の遡上が不可能となる点で問題が大きい。 ・また、コストが高い。 	<ul style="list-style-type: none"> ・サケ遡上を防止し、他小型魚の遡上を可能とする施設であるが、遡上したサケが落差工の下流で遊泳してしまうこと、スクリーンにゴミ・礫が詰まることで問題が大きい。コストが高い。 ・また、河床勾配を変えることから治水計画との調整も必要である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・サケ遡上を防止し、他小型魚の遡上を可能とする施設である。遡上したサケが落差工の下流で遊泳してしまうこともなく、他家に比べて最も優れる。
	x	x	x	x	

(3) 新水路魚道の運用方針

新水路魚道(堰横魚道+高水敷魚道)の基本的な運用は次に示すとおりとする。

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		月	月	月	月	月	月	月	月	月	月	月	月
サケの捕獲期										←————→			
新水路 魚道	堰横魚道	通水(1~8月)								通水せず(9~12月)			
	高水敷魚道	通水(1~12月)											
既設魚道(現千代田堰堤)		通水(1~12月)											
		サケ捕獲期(9月)											

表 5 魚道の運用方法

魚道	時 期	運 用 方 法	
新 水 路	堰 横 魚 道	サケ捕獲期以外 (1月~8月)	<ul style="list-style-type: none"> ・この時期のメイン魚道であり、多種多様な魚の遡上を期待する。 ・そのため堰横魚道に流す流量は、現千代田堰堤の取水・景観等への影響が無い範囲でいきり限り大きくする。 ・魚道内の流量は流況安定のためにできるだけ小さくし、一方で呼水水路により魚道入口への集魚を図る。
		サケ捕獲期 (9月~12月)	<ul style="list-style-type: none"> ・基本的に通水量はゼロとする。 ・洪水時に新水路に迷入したサケ等魚類は、ゲート解放時に堰を直接遡上する。
	高 水 敷 魚 道	サケ遡上期以外 (1月~8月)	<ul style="list-style-type: none"> ・メインは堰横魚道であるために、魚道を維持するのに必要な流量を通水する。
		サケ遡上期 (9月~12月)	<ul style="list-style-type: none"> ・この時期のメイン魚道とする。 ・サケの迷入を防ぐとともに、その他の小型魚の遡上は可能とさせる。 ・そのために、サケが迷入しないように通水量は小さくし、さらに魚道入口部にサケ迷入防止スクリーンを設置。 ・十勝川左岸側を下流から遡上してきたサケは小流量であること及びスクリーンにより新水路に遡上できず、上流現千代田堰堤に移動することが期待される。 ・一方、小型魚はスクリーンの間から高水敷魚道に遡上することが期待される。
既 設 魚 道	通 年 (1月~12月)	<ul style="list-style-type: none"> ・現状と同様であり、現魚道を遡上できるのはウグイ等の遊泳力の大きな魚類である。 ・サケ捕獲期(9月~12月)は、現千代田堰堤において、従来と同様にサケの捕獲が行われる。 	

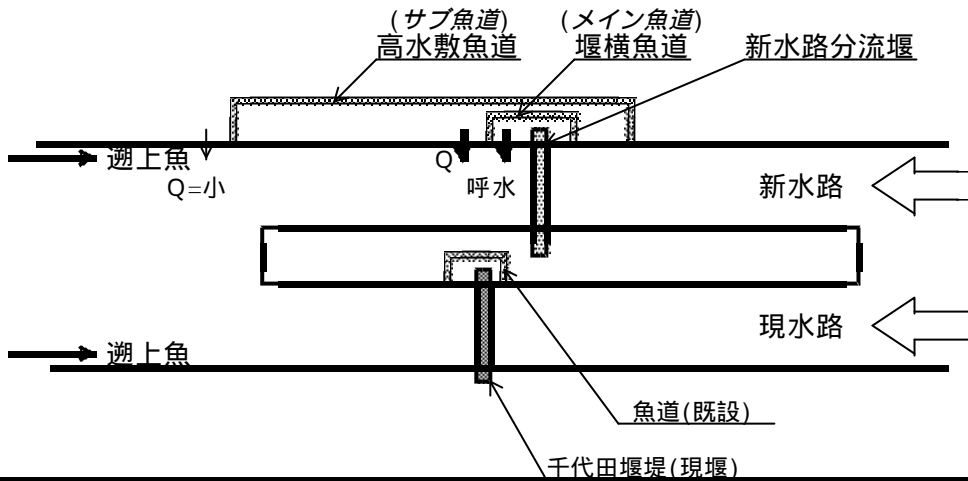
ウグイ期以外(1月~8月頃)

新水路魚道

- ・魚道及び呼水流量は、現千代田堰堤の取水・景観に影響を及ぼさない範囲で、できる限り大きくし、新水路への魚類の遡上をうながす。
- ・堰横魚道をメイン(呼水とあわせ流量大)とし、高水敷魚道はサブ(流量小)とする。

既設魚道

- ・新水路と現水路の流量規模に対応して魚類が遡上するものと考えられる。しかしながら、既設魚道を遡上できるのはウグイ等の遊泳力の大きな魚類である。



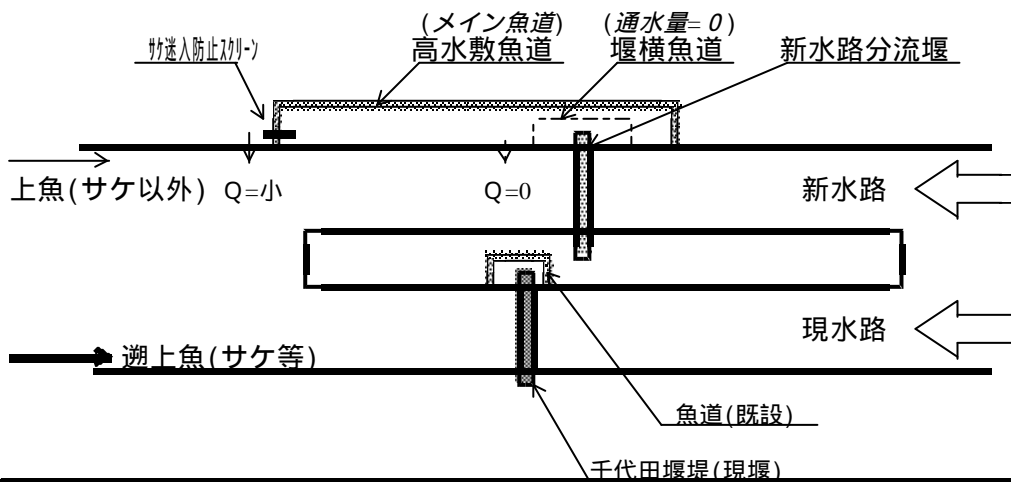
ウグイ期(9月~12月頃)

新水路魚道

- ・魚道流量は、現千代田堰堤に遡上するサケに影響を及ぼさないようにできる限り小さくする。
- ・小流量でも魚道機能を維持できるように高水敷魚道をメインとする。堰横魚道は通水量をゼロとし、基本的にこの時期は運用しない。

既設魚道

- ・新水路と現水路の流量規模に対応して魚類が遡上するものと考えられる。しかしながら、現魚道を遡上できるのはウグイ等の遊泳力の大きな魚類である。



以上のようにサケ捕獲時期は「堰横魚道」に通水せず、また、「高水敷魚道」にサケ進入防止のスクリーンを設けることにより、新水路へのサケの進入を回避する方針とする。

しかしながら、洪水時には新水路を洪水流が流下するとともに、その初期や減水期には新水路にサケが進入することが危惧され、その場合の対応として次の考え方があげられる。

現在の千代田堰堤において、洪水時にはサケは捕獲をされずに上流へ遡上していることが想定される。

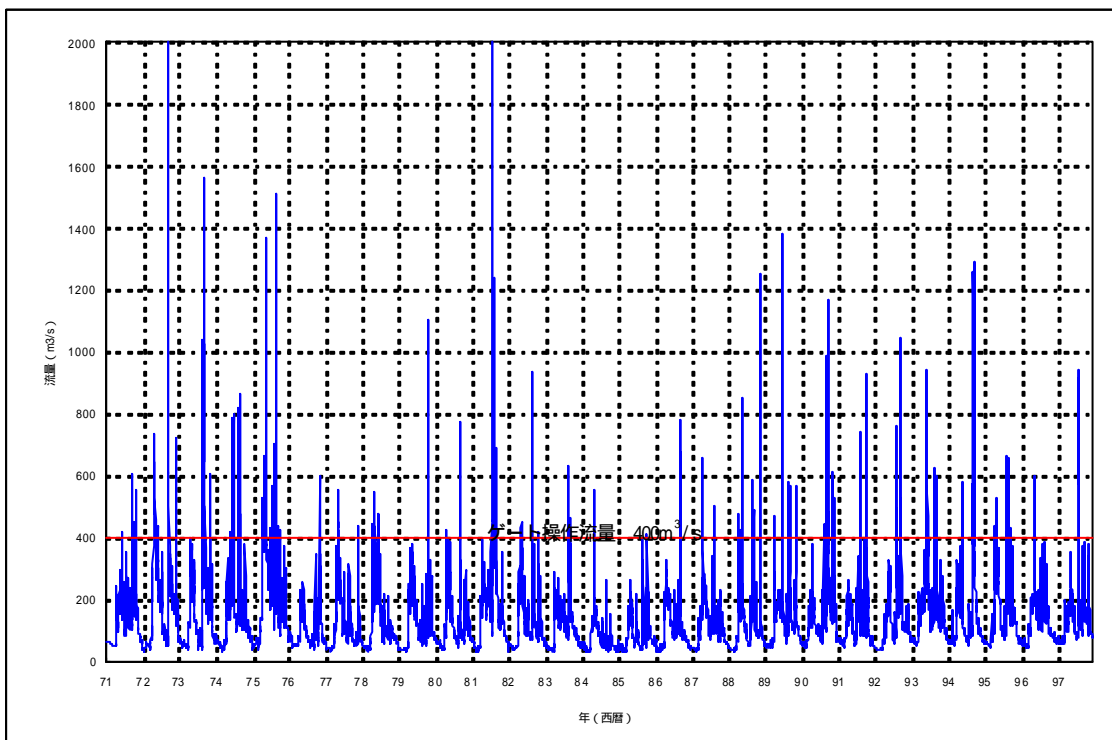
このように、千代田地区では、従来、洪水時にサケは上流に遡上するという考えれにたてば、洪水時に新水路にサケが進入し上流に遡上することは、従来と変化がないと言える。

洪水の減水期に分流堰のゲートが閉じた後は、新水路に進入したサケは上流に遡上することができない。このような場合、流量の減少に応じて下流に移動し、十勝川本川にもどることも想定されるが、一方で、新水路内の水たまりに迷い込んで移動できなくなることも想定される。

そのような状態を回避するために、洪水後に堰横魚道に通水し、サケを魚道に誘導するとともに、魚道内に捕獲用トラップ等を設置して採捕することが考えられる。

この場合、通水・採捕という作業が不可欠で、そのための調整が必要となる。

年	日流量400m ³ /s以上日数		
	年間	1~8月	9~12月
1971	6	1	5
1972	28	22	6
1973	14	4	10
1974	16	15	1
1975	38	36	2
1976	2	0	2
1977	10	8	2
1978	6	6	0
1979	2	0	2
1980	4	2	2
1981	20	17	3
1982	7	5	2
1983	3	2	1
1984	2	2	0
1985	1	0	1
1986	5	0	5
1987	3	3	0
1988	9	7	2
1989	10	7	3
1990	19	1	18
1991	4	1	3
1992	12	5	7
1993	9	8	1
1994	16	1	15
1995	11	10	1
1996	4	4	0
1997	6	6	0
合計	267	173	94
平均	9.9	6.4	3.5



4.5 魚道型式の比較検討

我が国のダム・堰で設置されている魚道型式を整理すると次ページのとおりであり、「プールタイプ」、「水路タイプ」、「阻流版式」、「水位追従型」及び「ロック式」の各型式があげられる。

ここで、これらの魚道の特徴と千代田新水路での適用性について概略比較すると次に示すとおりであり、千代田新水路の魚道では、「プールタイプ」、「水路タイプ」、「阻流版式の内、パーティカルスロット」の適用性が高いと考えられる。

表 6 魚道型式と新水路魚道への適用性比較

魚道型式	概要	特徴	新水路魚道への適用性
[プールタイプ] ・階段式 ・アイスバーン	魚道内に設置した隔壁によりプールを連続的に設け、各プールで十分に減勢させて流況を安定させる。	わが国で最も実績が多い魚道である。水理的な予測が可能であり、流況の乱れを小さくできれば効果的な魚道となり得る。	実績が多く、水理的な予測が可能であり適用性が高い
[水路タイプ] ・粗石付き斜路 ・多自然型バース	自然の河川に近い魚道とするために、水路内に植石を行い、蛇行・瀬・淵等を設けて多様な流れを形成させる。	プールタイプの魚道より緩勾配である必要がある。水路内を流水が走らないように、勾配・流量・植石配置を工夫すれば効果的な魚道となる。	実績があり、勾配・流量等の工夫により多様な流れの形成が可能であり適用性が高い
[阻流版式] ・デニール式 ・パーティカルスロット式	デニール式魚道は、水路内に特殊形状をした阻流版を配置し多様な流速分布を形成させる。 パーティカルスロット式は、縦の隙間を底面まで開口し、プールとプールをつなぐ隔壁を流水が越流しないようにしたものである。	デニール式魚道は阻流版間の流れが大きく乱れるために小型魚類の遡上は容易ではない。 プール内の流況は、階段式魚道が縦方向の変化であるのに対し、この型式は水平方向の変化である。	×(デニール式) (パーティカルスロット式) デニール式は遡上路の流況の乱れにで小型魚への適用性に問題を有する。
[水位追従型]	貯水池変動が大きいダム魚道を対象としたタイプである。	魚道の一部をワイヤーにより巻上げるタイプとフロートにより水位追従するタイプがある。施設規模が大きくなる。	× 施設規模が大きくなり、経済性に劣る。水位変動の大きいダムを対象としたタイプである
[ロック式]	閘門式魚道ともよばれる。上下流にゲートを設け、その開閉により魚類を遡上させる。	ゲート開閉は人為的に行うために、維持管理に手間がかかるとともに施設規模も大規模となる。	× ゲート設備が必要となり経済性に劣る。常時の維持管理を要する

表 7 わが国におけるダム・堰の魚道の設置事例

魚道大分類	魚道中分類	施設名	河川名	所在地	特徴
プールタイプ魚道	階段式魚道 (呼び水水路付き) (含アイスバーン式)	筑後大堰 木曾川大堰 妙見堰 加古川大堰	筑後川 木曾川 信濃川 加古川	福岡県 愛知県、 岐阜県 新潟県 兵庫県	階段式魚道中央または側部に平面式水路を併設し、そこらから流出する水が魚の遡上を誘導する「呼び水」の役目を果たす。
	階段式魚道 (扇形魚道)	岩熊井堰 新六ヶ井堰 八次頭首工	五ヶ瀬川 紀ノ川 江の川	宮崎県 和歌山県 島根県	階段式の変形であるがその平面形状から「扇形」と呼称されている。
	階段式魚道 (らせん式魚道)	貫気別川ダム	貫気別川	北海道	ループ状の階段により場所をとらずに魚道設置が可能となる。
水路タイプ魚道	粗石付き斜路式 (せせらぎ魚道)	八田堰 長良川河口堰 相模大堰 鳴鹿大堰 理利堰	仁淀川 長良川 相模川 九頭竜川	高知県 三重県 神奈川県 福井県	粗度として大小の自然石を埋め込んだものであり、水理条件の変動に対して、どこかに遡上し得る部分を確保できる。水路延長が長くなる難点がある。
	多自然型バイパス 水路式				
阻流版式魚道	デニール式	今渡ダム 久米川取水堰 根尾西谷川砂防 ダム	木曾川 久米川 揖斐川	岐阜県 長野県 岐阜県	矩形水路に特殊な形状をした阻流版を設け流水抵抗を大きくして魚道内流速を調節するものである。
	パーティカルスロット 方式	北上大堰 阿武隈大堰 三方島堰	北上川 阿武隈川 迫川	宮城県 宮城県 宮城県	見た目よりは導流壁が深く、「深導流壁式」とも呼ばれる。
水位追随型魚道	セクタ式	二風谷ダム 目保呂ダム	沙流川 仁田川	北海道 長崎県	魚道の一部(片側)にフロートを設けるなどにより、貯水池側の水位変動に追随できるようにしたもの。
ロック式魚道	閘門式	蒲原大堰 筑後大堰 長良川河口堰	信濃川 筑後川 長良川	新潟県 福岡県 三重県	門扉を開閉して水室をつくり、内部の水位を調節して魚を上流に導く形式であり、長い水路を必要とせず、高ダムにも比較的対応がし易い。

プールタイプの魚道として「階段式」及び「アイスハーバー式」を、水路タイプの魚道として「粗石付き斜路式」及び「多自然型バイパス水路式」を、阻流版タイプの魚道として「バーチカルスロット式」を示すと表 となる。

各タイプの比較の結果、次に示すように「堰横魚道」として階段式魚道を、「高水敷魚道」として「多自然型高水敷魚道」を選定する。

千代田新水路魚道の選定

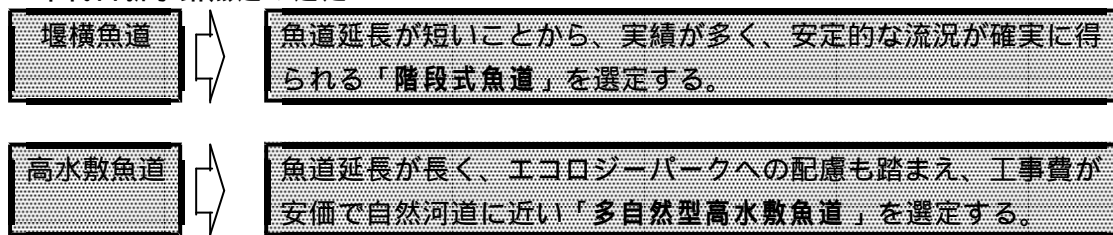


表 8 (1) 堰横魚道のタイプ比較表

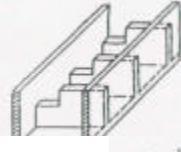


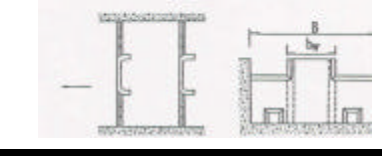

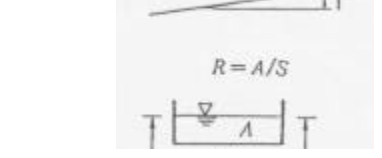



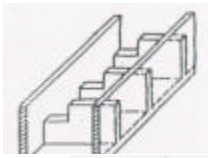
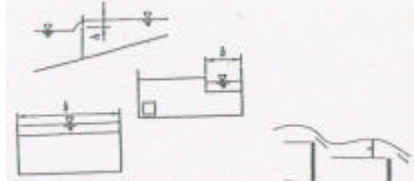

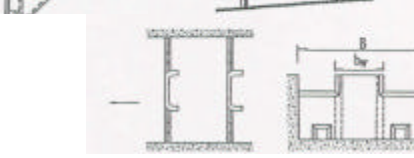

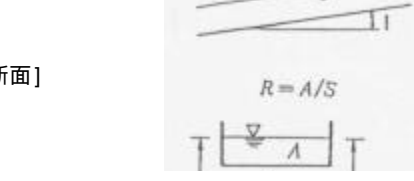

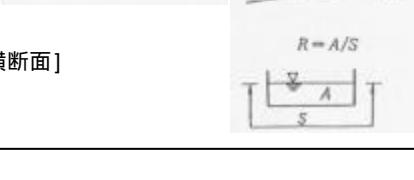

魚道形式	概要	特徴	1. 魚道機能		2. 流量・水位変化	3. コスト・維持管理		親水性・自然観察の適用性	総合評価	
			流況	多様性	水位変動	維持管理	コスト			
プール式	階段式	<p>[外観]</p>  <p>[側面及び横断面]</p> 	<ul style="list-style-type: none"> 短かい区間で落差が必要な場所の魚道として適する。 設計が容易であり、小流量で魚道機能が維持できる。 流量変化の影響が大きく、プール内の流況の乱れが遡上効率に大きく影響を及ぼす。 	<ul style="list-style-type: none"> 各プールで十分に減勢を図り、次のプールに移動することを基本とする。 水理的な予測が可能であり、小流量で安定した流況を得ることができる。 	<ul style="list-style-type: none"> 隔壁の越流部に切欠き等の工夫することにより流況の変化を形成することができる。 プール内に斜路や砂利敷、遡上用ロープ等の工夫により底生魚の遡上について配慮できる。 	<ul style="list-style-type: none"> 水位変動(流量変動)により流入量が大きくなると流況が乱れるが、しかしながら、流入部をオリフィス構造としたり、余水路等への分流を工夫することによって程度は解消できる。 	<ul style="list-style-type: none"> ゴミ、流木等がプール内に堆積し、流況を乱す恐れがあるが、流入部にスクリーンを設けたり、オリフィス構造とすることである程度は回避が可能である。 	<ul style="list-style-type: none"> コンクリート構造であり、単位の延長は多自然型パイパス水路に比べて高価である。 	<ul style="list-style-type: none"> 魚道の側壁に観察窓を設けることにより魚類の遡上状況を観察することができる。 	<p>実績が多く、流況が安定したことから、短かい魚道に最も適する。</p>
	アイスハーバー式	<p>[外観]</p>  <p>[側面及び横断面]</p> 	<ul style="list-style-type: none"> 階段式魚道と同様に、短かい区間で落差が必要な場所の魚道として適する。 階段式魚道の一つである。非越流部背面の静穏水域が休息場となるのが特徴である。 流木、ゴミの流出が多い場合には潜孔部やのみ口部でつまりの原因となる。 	<ul style="list-style-type: none"> 各プールで十分に減勢を図り、次のプールに移動することを基本とする。 水理的な予測が可能であり、非越流部の背面に安定した静水域を得ることができる。 	<ul style="list-style-type: none"> 隔壁の越流部および潜孔部で流速が異なり、流況の変化を形成できる。 遊泳魚は越流部ならぬ潜孔部から遡上を期待している。 	<ul style="list-style-type: none"> 水位変動(流量変動)により流入量が大きくなると流況が乱れるが、ある程度の変動に対しては非越流部の背面に安定した静水域を有するのが本タイプの特徴である。また、余水路等も工夫できる。 	<ul style="list-style-type: none"> ゴミ、流木等がプール内に堆積した場合は流況を乱す。特に、潜孔部が閉塞した場合は小流量時には下流側でプール水深が浅くなり致命傷と成りうるため、潜孔の大きさを調整が必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> コンクリート構造であり、単位の延長は多自然型パイパス水路に比べて高価である。 	<ul style="list-style-type: none"> 魚道の側壁に観察窓を設けることにより魚類の遡上状況を観察することができる。 	<p>潜孔部が閉塞した場合に、致命傷となる。</p>
水路タイプ	粗石付き斜路式	<p>[外観]</p>  <p>[側面及び横断面]</p>  <p>$R = A/S$</p>	<ul style="list-style-type: none"> 短かい区間で落差が比較的小さい場所の魚道として適する。 多様な流れを魚道内に形成することが可能である。 堆砂しにくい。 粗度抵抗の評価が難しく、流況予測精度が劣るため、設置後のモニタリングと場合によっては改善措置が必要となる。 泡の発生などの流況の乱れがある。 	<ul style="list-style-type: none"> 一般に、魚道勾配は山地渓流並であるので、小流量でない限りは水路内の流況は乱れる。 従って、植石や置石等を用いて、エネルギーの減勢と水深及び静水面の確保が不可欠である。 	<ul style="list-style-type: none"> 自然の河川に近い水路平面と縦・横断面形状を有するために、流れは多様性を有する。 基本的に、魚類はそれぞれの好みに応じて流れを選択して遡上することができる。 	<ul style="list-style-type: none"> 水位変動(流量変動)に対する許容範囲はプールタイプに比べて大きい。流量規模が大きい場合にはプールタイプと同様に上流部で流量調節が必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> プールタイプに比べてゴミ、流木等は堆積しにくい。 但し、予めの流況予測の精度が低いのでモニタリングと場合によっては改造が必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> コンクリート水路が基本であり、植石等も必要となることから、単位の延長は多自然型パイパス水路に比べて高価である。 	<ul style="list-style-type: none"> 魚の遡上状況を直接観察することは困難であるが、安全なアプローチを工夫することや、魚類の採捕施設等の設置等を行うこととして活用することは可能である。 	<p>流況の予測が困難であり、モニタリングと場合によっては改造が必要となる。</p>
	多自然型パイパス水路式	<p>[外観]</p>  <p>[側面及び横断面]</p>  <p>$R = A/S$</p>	<ul style="list-style-type: none"> 長い区間でしかも勾配が小さい場所の魚道として適する。 多様な流れを魚道内に形成することが可能である。 堆砂しにくい。 流量、流速の維持が難しく、予測精度が低いので、設置後のモニタリングと場合によっては改善措置が必要となる。 必要となる用地面積が大きい。 	<ul style="list-style-type: none"> 魚道延長が短い場合には河床勾配が大きくなり流況が乱れるので適さない。 それを避けるためには、流路を屈曲させて延長を確保する必要があるが、流速を小さくさせるために置き石等の工夫が必要となることも流況の予測が困難となる。 	<ul style="list-style-type: none"> 自然の河川に近い水路平面と縦・横断面形状を有するために、流れは多様性を有する。 基本的に、魚類はそれぞれの好みに応じて流れを選択して遡上することができる。 	<ul style="list-style-type: none"> 水位変動(流量変動)に対する許容範囲はプールタイプに比べて大きい。流量規模が大きい場合にはプールタイプと同様に上流部で流量調節が必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> プールタイプに比べてゴミ、流木等は堆積しにくい。 但し、予めの流況予測の精度が低いのでモニタリングと場合によっては改造が必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> 基本的には土工(素堀り水路)であり、単位の延長は比較的中でもっとも安くなる。 	<ul style="list-style-type: none"> 水路へのアプローチが容易である。また、遡上魚に対する休息場を工夫することで、魚類の観察もある程度可能とある。 	<p>魚道延長が短い場合には適さない。</p>
阻流版タイプ	パーチカルスロット式	<p>[外観]</p> 	<ul style="list-style-type: none"> 階段式魚道と同様に、短かい区間で落差が必要な場所の魚道として適する。 階段式魚道に類似するが、スロットが底面まで開口しているのが特徴である。 プール内の流況は、階段式魚道が鉛直方向の流れの変化であるのに対し、この形式は水平方向の流れの変化である。 流木、ゴミの流出が多い場合にはスロット部やのみ口部でつまりの原因となるが、底面までスロットが開口している分、堆砂しにくい。 	<ul style="list-style-type: none"> 各プールで十分に減勢を図り、次のプールに移動することを基本とする。 水平方向の流れの変化により魚の遡上ルートが長くなる。 パーチカルスロットは水平方向の流れの変化が主で、わが国の魚がどのような行動をとるかについての知見は少ない。 	<ul style="list-style-type: none"> スロット部の流速分布はほぼ一定で変化が少ない。 スロットが底面まで開口しているために底生魚の遡上は容易である。 	<ul style="list-style-type: none"> プールの上下流水位差で魚道流量が決まる。このため流入河川の多少の水位変化に対しては許容できるが、水位変化が大きい場合には、階段式と同様に、余水路吐き等の工夫が必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> プールタイプに比べてゴミ、流木等は堆積しにくい。 	<ul style="list-style-type: none"> コンクリート構造であり、単位の延長は多自然型パイパス水路に比べて高価である。 	<ul style="list-style-type: none"> 魚道の側壁に観察窓を設けることにより魚類の遡上状況を観察することができる。 	<p>わが国の魚がどのような行動をとるかについての知見が少ない。</p>

表 8 (2) 高水敷魚道のタイプ比較表

魚道形式	概要	特徴	1. 魚道機能		2. 流量・水位変化	3. コスト・維持管理		親水性・自然観察への適用性	総合評価	
			流況	多様性	水位変動	維持管理	コスト			
プールタイプ	階段式 [外観]  [側面及び横断面] 	<ul style="list-style-type: none"> 短かい区間で落差が必要な場所の魚道として適する。 設計が容易であり、小流量で魚道機能が維持できる。 流量変化の影響が大きく、プール内の流況の乱れが遡上効率に大きく影響を及ぼす。 	<ul style="list-style-type: none"> 各プールで十分に減勢を図り、次のプールに移動することを基本とする。 水理的な予測が可能であり、小流量で安定した流況を得ることができる。 	<ul style="list-style-type: none"> 隔壁の越流部に切欠き等の工夫することによって流れに変化を形成することができる。 プール内に斜路や砂利敷、遡上用ロープ等により底生魚の遡上について配慮できる。 	<ul style="list-style-type: none"> 水位変動(流量変動)により流入量流況が乱れるが、しかしながら、流入部をオリフィス構造としたり余水路等への分流を工夫することによって程度は解消できる。 	<ul style="list-style-type: none"> ゴミ、流木等がプール内に堆積し、流況を乱す恐れがあるが、流入部にスクリーンを設けたり、オリフィス構造とすることである程度は回避が可能である。 	<ul style="list-style-type: none"> コンクリート構造であり、単位延長当りの単価は多自然型パイパス水路式に比べて高価である。したがって、長い延長の魚道の場合には経済性が劣る。 	<ul style="list-style-type: none"> 魚道の側壁に観察窓を設けることにより魚類の遡上状況を観察することができる。 	<ul style="list-style-type: none"> コンクリート構造であり、単位延長当りの単価は多自然型パイパス水路式に比べて高価である。したがって、長い延長の魚道の場合には経済性が劣る。 	x
	アイスハーバー式 [外観]  [側面及び横断面] 	<ul style="list-style-type: none"> 階段式魚道と同様に、短かい区間で落差が必要な場所の魚道として適する。 階段式魚道の一つである。非越流部背面の静穏水域が休息場となるのが特徴である。 流木、ゴミの流出が多い場合には潜孔部やのみ口部でつまる原因となる。 	<ul style="list-style-type: none"> 各プールで十分に減勢を図り、次のプールに移動することを基本とする。 水理的な予測が可能であり、非越流部の背面に安定した静水域を得ることができる。 	<ul style="list-style-type: none"> 隔壁の越流部および潜孔部で流速の変化を形成できる。 遊泳魚は越流部ならいしは潜孔部からの遡上、底生魚は潜孔部からの遡上を期待している。 	<ul style="list-style-type: none"> 水位変動(流量変動)により流入量流況が乱れるが、ある程度の変動に対しては非越流部の背面に安定した静水域を有するのが本タイプの特徴である。また余水路等も工夫できる。 	<ul style="list-style-type: none"> ゴミ、流木等がプール内に堆積した場合は流況を乱す。特に、潜孔部が閉塞した場合は小流量時には下流側でプール水深が浅くなり致命傷と成りうるため、潜孔部の大きさ等の配慮が必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> コンクリート構造であり、単位延長当りの単価は多自然型パイパス水路式に比べて高価である。したがって、長い延長の魚道の場合には経済性が劣る。 	<ul style="list-style-type: none"> 魚道の側壁に観察窓を設けることにより魚類の遡上状況を観察することができる。 	<ul style="list-style-type: none"> コンクリート構造であり、単位延長当りの単価は多自然型パイパス水路式に比べて高価である。したがって、長い延長の魚道の場合には経済性が劣る。 	x
水路タイプ	粗石付き斜路式 [外観]  [側面及び横断面]  $R = A/S$	<ul style="list-style-type: none"> 短かい区間で落差が比較的小さい場所の魚道として適する。 多様な流れを魚道内に形成することが可能である。 堆砂しにくい。 粗度抵抗の評価が難しく、流況予測精度が劣るため、設置後のモニタリングと場合によっては改善措置が必要となる。 泡の発生などの流況の乱れがある。 	<ul style="list-style-type: none"> 一般に、魚道勾配は山地渓流並であるので、小流量でない限りは水路内の流況は乱れる。 従って、植石や置石等を用いて、エネルギーの減勢と水深及び静水面の確保が不可欠である。 	<ul style="list-style-type: none"> 自然の河川に近い水路平面と縦・横断面形状を有するために、流れは多様性を有する。 基本的に、魚類はそれぞれの好みに応じた流れを選択して遡上することができる。 	<ul style="list-style-type: none"> 水位変動(流量変動)に対する許容範囲はプールタイプに比べて大きい。流量規模が大きい場合にはプールタイプと同様に上流部で流量調節が必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> プールタイプに比べてゴミ、流木等は堆積しにくい。 但し、予めの流況予測の精度が低いのでモニタリングと場合によっては改造が必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> コンクリート水路が基本であり、植石等も必要となることから、単位延長当りの型パイパス水路式に比べて高価である。 	<ul style="list-style-type: none"> 魚の遡上状況を直接観察することは困難であるが、安全なアプローチを工夫することや、魚類の採捕施設等の設置等を工夫することによって活用が可能となる。 	<ul style="list-style-type: none"> コンクリート構造であり、単位延長当りの単価は多自然型パイパス水路式に比べて高価である。したがって、長い延長の魚道の場合には経済性が劣る。 	x
	多自然型パイパス水路式 [外観]  [側面及び横断面]  $R = A/S$	<ul style="list-style-type: none"> 長い区間でしかも勾配が小さい場所の魚道として適する。 多様な流れを魚道内に形成することが可能である。 堆砂しにくい。 流量、流速の維持が難しく、予測精度が低いので、設置後のモニタリングと場合によっては改善措置が必要となる。 必要となる用地面積が大きい。 	<ul style="list-style-type: none"> 河床勾配を小さく押さえることができるので、流況の乱れは少ない。 置石的の設置により、瀬、淵、蛇行等は流れによりある程度形成されることが期待される。 	<ul style="list-style-type: none"> 自然の河川に近い水路平面と縦・横断面形状を有するために、流れは多様性を有する。 基本的に、魚類はそれぞれの好みに応じた流れを選択して遡上することができる。 	<ul style="list-style-type: none"> 水位変動(流量変動)に対する許容範囲はプールタイプに比べて大きい。流量規模が大きい場合にはプールタイプと同様に上流部で流量調節が必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> プールタイプに比べてゴミ、流木等は堆積しにくい。 但し、予めの流況予測の精度が低いのでモニタリングと場合によっては手を入れることが必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> 基本的には土工(素掘り水路)であり、単位延長当りの単価は比較案の中でもっとも安くなる。 	<ul style="list-style-type: none"> 水路へのアプローチが容易である。また、遡上魚に対する休息場を工夫することで、魚類の観察もある程度可能とある。 	<ul style="list-style-type: none"> 工事費が最も安く、エコ工法への適用性も高いことから、長い多自然型パイパス水路に最適している。 	<ul style="list-style-type: none"> コンクリート構造であり、単位延長当りの単価は多自然型パイパス水路式に比べて高価である。したがって、長い延長の魚道の場合には経済性が劣る。
阻流版タイプ	パーチカルスロット式 [外観] 	<ul style="list-style-type: none"> 階段式魚道と同様に、短かい区間で落差が必要な場所の魚道として適する。 階段式魚道に類似するが、スロットが底面まで開口しているのが特徴である。 プール内の流況は、階段式魚道が鉛直方向の流れの変化であるのに対し、この形式は水平方向の流れの変化である。 流木、ゴミの流出が多い場合にはスロット部やのみ口部でつまる原因となるが、底面までスロットが開口している分、堆砂しにくい。 	<ul style="list-style-type: none"> 各プールで十分に減勢を図り、次のプールに移動することを基本とする。 水平方向の流れの変化により魚の遡上ルートが長くなる。 パーチカルスロットは水平方向の流れの変化が主で、わが国の魚がどのような行動をとるかについての知見は少ない。 	<ul style="list-style-type: none"> スロット部の流速分布はほぼ一定で決まる。このためスロットが底面または開口しているために底生魚の遡上は容易である。 	<ul style="list-style-type: none"> プールの上下流水位差で魚道流量が決まる。このため流入河川の多少の水位変化に対しては許容できるが、水位変化が大きい場合には、階段式と同様に、余水吐き等の工夫が必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> プールタイプに比べてゴミ、流木等は堆積しにくい。 	<ul style="list-style-type: none"> コンクリート構造であり、単位延長当りの単価は多自然型パイパス水路式に比べて高価である。したがって、長い延長の魚道の場合には経済性が劣る。 	<ul style="list-style-type: none"> 魚道の側壁に観察窓を設けることにより魚類の遡上状況を観察することができる。 	<ul style="list-style-type: none"> コンクリート構造であり、単位延長当りの単価は多自然型パイパス水路式に比べて高価である。したがって、長い延長の魚道の場合には経済性が劣る。 	x

4.6 魚道基本形状図

千代田新水路魚道は、図 - 4 に示すように高水敷魚道と堰横断魚道で構成され、その主な諸元は表 - 9 のとおりである。

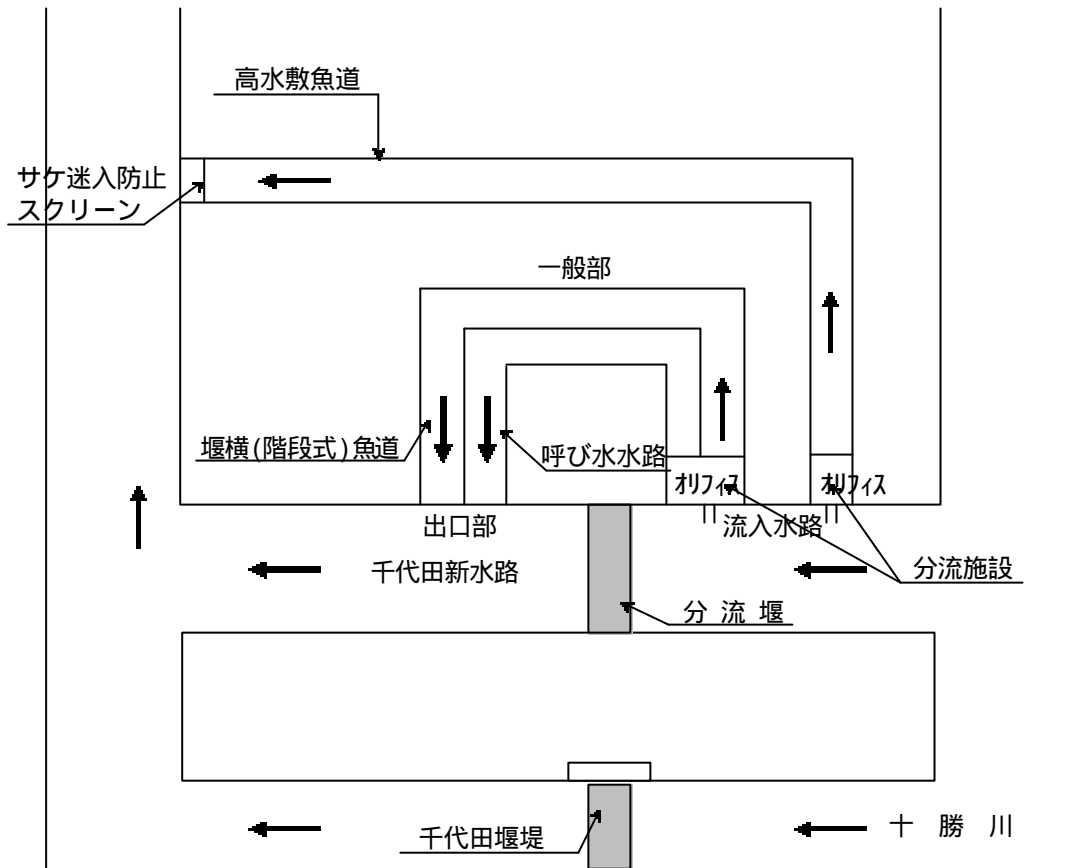
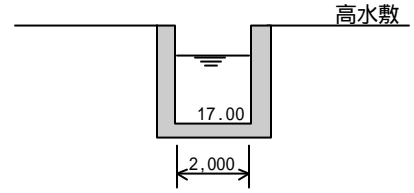
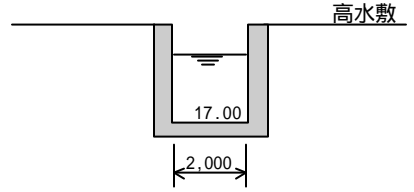
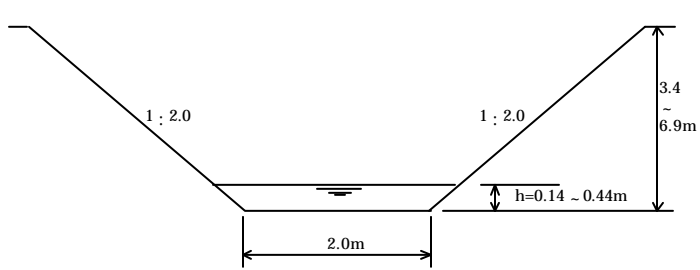
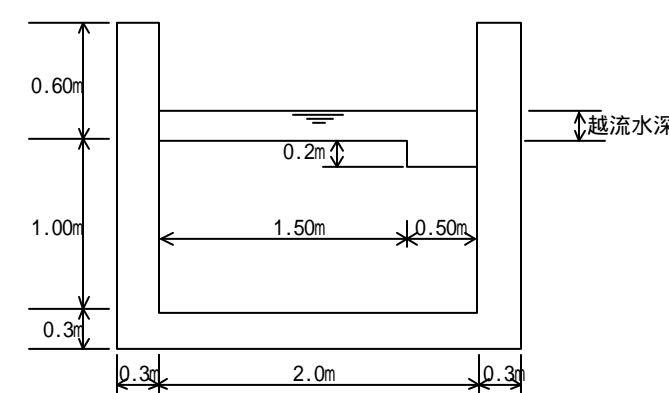
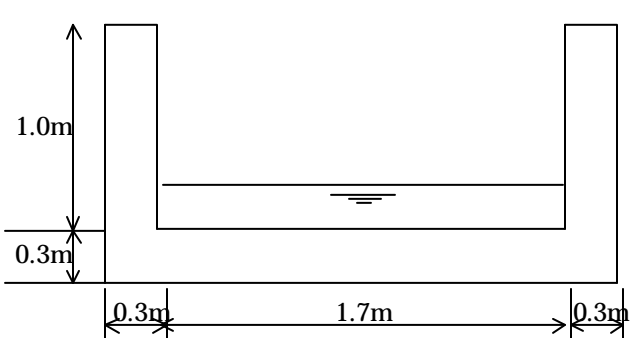


図 - 4 千代田新水路魚道

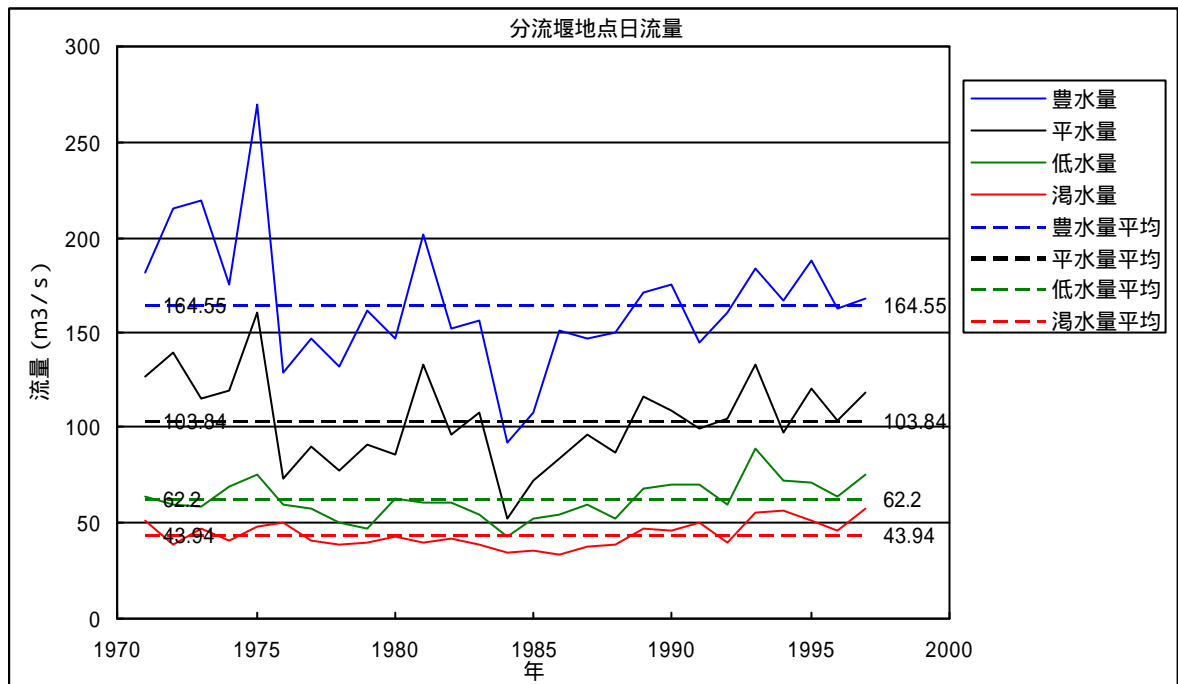
表 - 9 魚道諸元及び構成一覧表

項 目		高水敷魚道	堰横魚道	
			魚道本体	呼び水水路
諸元一覧	構 造	素堀水路	コンクリート製	コンクリート製
	延 長	2900m	100.7m	92.1m
	勾 配	1/500	1/20	1/10 ~ 1/40
	断面形状	底幅2m、法勾配2割、台形	幅2m、プール長4m、矩形	幅1.7m、矩形
	流 量	0.10 ~ 0.76m ³ /s	0.03 ~ 0.96m ³ /s	0.27 ~ 1.60m ³ /s
	水 深	0.14 ~ 0.44m	プール深0.80m	0.21 ~ 0.67m
	流 速	0.31 ~ 0.60m/s	0.56 ~ 1.13m/s	2.80 ~ 5.40m/s
	そ の 他	サケ遡上期はスクリーン設置		
魚道構成	流入水路	<p>対象水位はEL.18.31 (最低水位) ~ 18.90m (豊水位)とする。 流入水路は、千代田新水路(分流堰上流)から流水を分流施設へ導くコンクリート水路とする。流入水路の幅は2.0mとする。</p> 	<p>対象水位はEL.18.31(最低水位) ~ 18.90m(豊水位)とする。 流入水路は、千代田新水路(分流堰上流)から流水を分流施設へ導くコンクリート水路とする。流入水路の幅は2.0mとする。</p> 	
	分流施設	<p>流入水路により導いた流水を高水敷魚道と新水路魚道に分流する施設である。河川水位に関わらず分流量をなるべく一定量にするため、分流施設はプールタイプとして流入部と流出部の構造は次のとおりとする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・流入部 : オリフィス式(コンクリート構造) ・流出部 : 越流式 <p>流入部において概ね一定量を分流施設へ流下させる方式としてコンクリート構造によるオリフィス、人為操作を伴うゲート式及び水位追従形のフロート式隔壁によるオリフィスがあるが、ここでは、出水時の損傷の懸念が小さく、かつ人為操作が不要なコンクリート構造によるオリフィスを採用する。オリフィス内の流速は1.3m/s以下を目安とする。 なお、魚道機能を停止させるため流入部には角落としゲートを設置可能な構造とする。</p>	<p>堰横魚道への流出部は、分流施設の一部を切欠いた越流堰として、階段式魚道部と呼び水水路の2ヶ所を計画する。なお、越流部は完全越流とする。</p>	
	一般部	<p>バイパス水路魚道は水深0.5m以下を目安にして、底幅2.0m、法勾配1:2.0とする。</p> 	<p>堰横魚道は、プール式とする。 魚道幅: 2.0m プール長: 3.7m(隔壁を含まない) 隔壁幅: 0.3m 魚道勾配: 1:20</p> 	<p>呼び水水路の魚道対象範囲(EL.18.31 ~ 18.90m)における流量は、0.27 ~ 1.60m³/sで、流速は2.8 ~ 5.4m/sとなる。</p> 
出口部	千代田新水路と本川の合流点42k00地点とする。	分流堰の下流32m地点とする。		

資料集

資料 - 1 流況

分流地点における昭和 46 年(1971 年) ~ 平成 9 年(1997 年)までの 27 年間の日流量から流況を整理する。



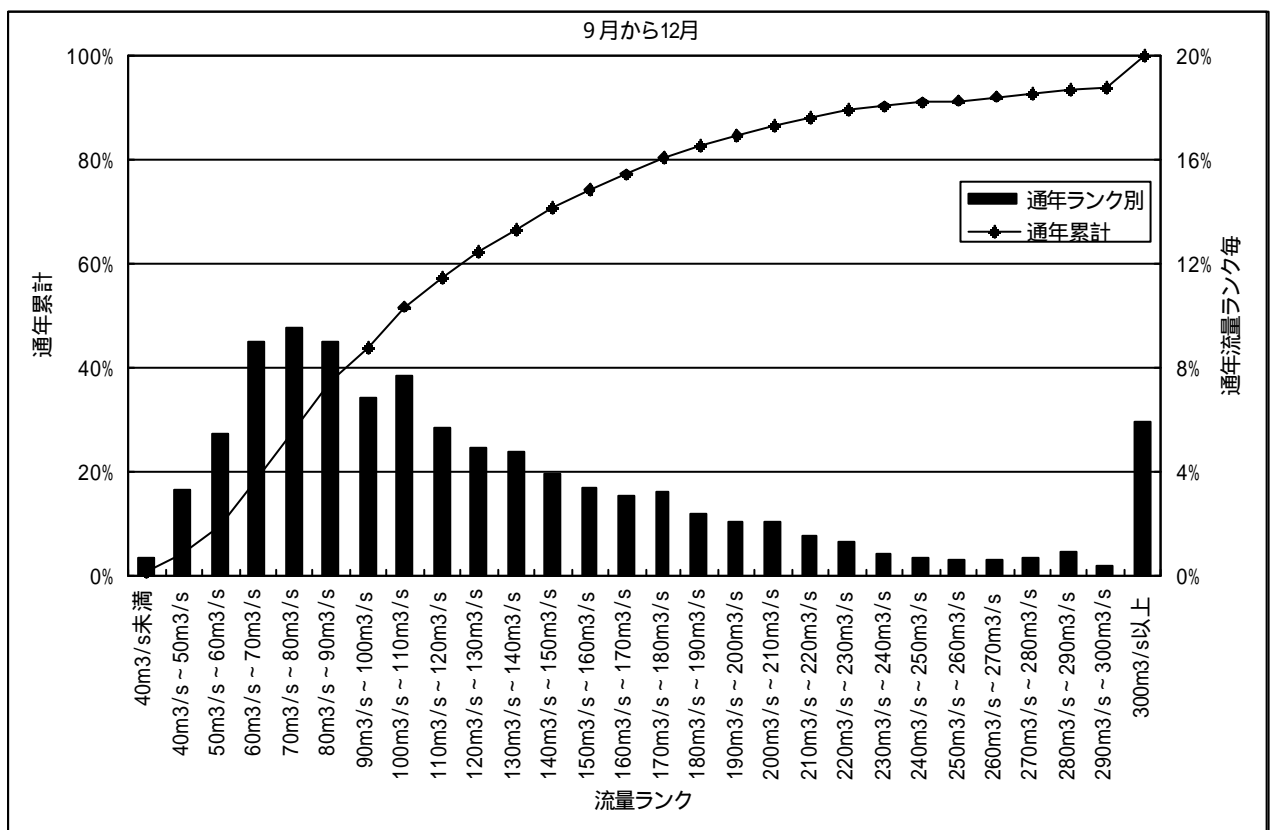
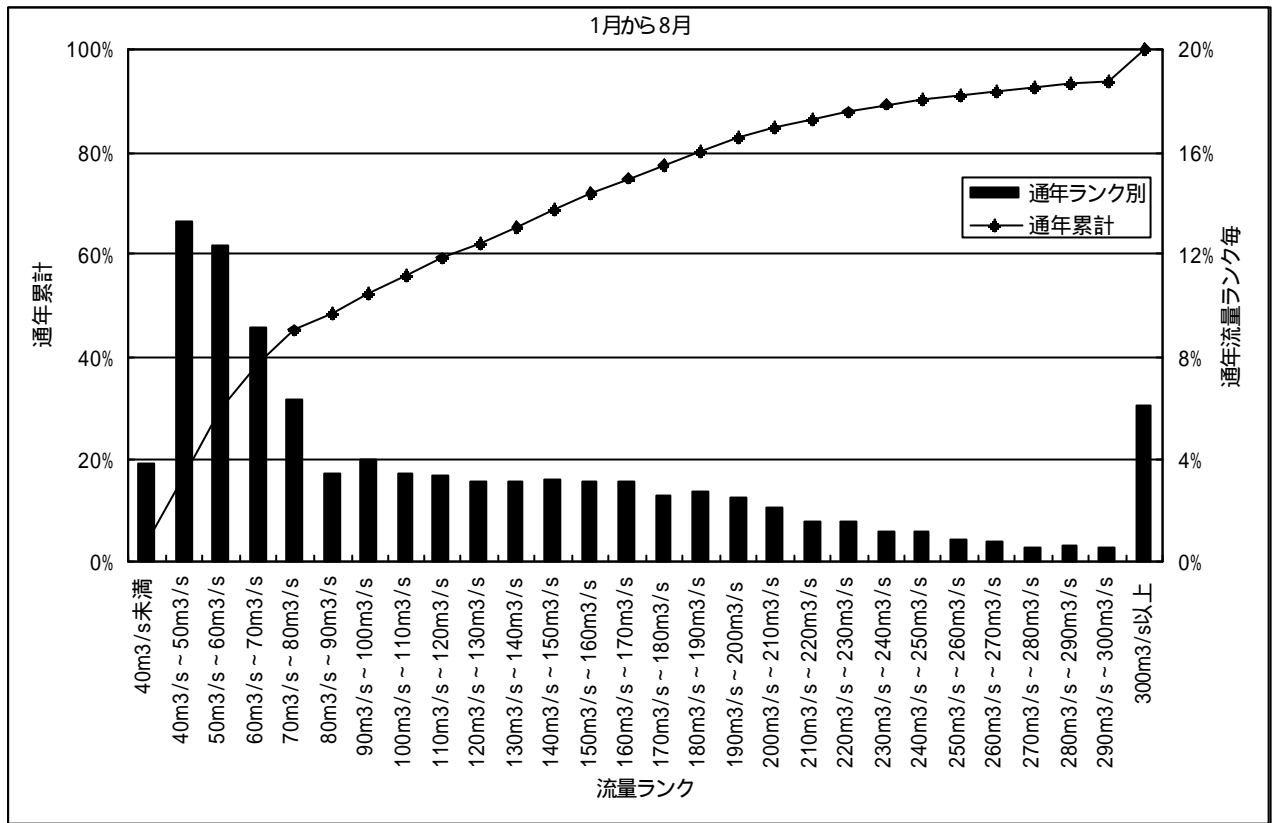
分流地点の流況

	分流堰地点日流量								
	年合計	年平均	年最大	年最小	豊水量	平水量	低水量	渇水量	欠測日数
昭和46年	51,027.30	139.80	607.50	42.03	181.34	126.10	63.59	51.36	0
47年	65,576.99	179.17	2,408.44	31.85	215.77	138.69	59.45	38.39	0
48年	59,972.21	164.31	1,561.82	41.25	219.42	114.78	58.62	46.66	0
49年	54,527.50	149.39	862.92	36.91	174.05	119.37	69.47	40.51	0
50年	75,023.76	205.54	1,516.08	38.45	269.37	159.63	75.36	48.30	0
51年	36,425.40	99.52	598.57	38.04	128.39	73.21	60.02	49.95	0
52年	44,016.84	120.59	552.50	36.98	146.29	90.40	57.72	40.53	0
53年	39,845.77	109.17	549.83	36.31	131.81	77.83	50.33	39.13	0
54年	43,834.02	120.09	1,101.70	36.36	161.23	90.49	47.41	39.20	0
55年	43,017.96	117.54	779.50	38.28	146.13	85.90	63.21	42.67	0
56年	64,064.88	175.52	3,613.06	32.17	201.34	132.46	61.07	39.54	0
57年	45,811.38	125.51	939.93	38.80	151.06	96.25	60.57	41.66	0
58年	43,832.18	120.09	636.11	31.29	155.70	107.56	54.02	39.06	0
59年	26,963.30	73.67	554.58	29.32	92.14	52.63	42.53	34.56	0
60年	32,660.21	89.48	414.16	29.41	107.54	71.83	52.26	35.46	0
61年	41,563.42	113.87	783.64	30.33	150.79	83.36	54.86	33.36	0
62年	41,370.76	113.34	657.42	35.97	145.86	95.93	59.72	38.11	0
63年	43,869.99	119.86	1,250.86	36.62	149.91	86.87	52.23	38.31	0
平成 1年	50,919.78	139.51	1,385.38	44.22	170.35	116.04	67.92	46.93	0
2年	54,773.98	150.07	1,169.34	43.24	174.35	108.58	70.38	45.57	0
3年	44,587.58	122.16	933.73	45.63	144.77	99.77	69.54	50.24	0
4年	49,467.95	135.16	1,043.42	38.29	160.38	104.33	60.01	40.20	0
5年	56,418.84	154.57	943.44	52.01	183.14	132.95	89.12	55.10	0
6年	54,111.29	148.25	1,289.65	52.39	166.16	97.25	72.11	56.47	0
7年	55,363.43	151.68	664.81	47.12	186.79	120.42	71.33	51.25	0
8年	45,675.67	124.80	597.98	44.24	161.93	103.19	63.98	46.27	0
9年	50,471.01	138.28	941.35	55.34	166.96	117.74	75.45	57.65	0
平均	48,710.87	133.37	1,050.29	39.36	164.55	103.84	62.20	43.94	
最大	75,023.76	205.54	3,613.06	55.34	269.37	159.63	89.12	57.65	
最小	26,963.30	73.67	414.16	29.32	92.14	52.63	42.53	33.36	

流況と水位状況

	流量 (m ³ /s)	水位 (EL.m)	備考
最大流量	1,050	20.00	
豊水量	165	18.90	
平水量	104	18.71	
低水流量	63	18.46	
渇水流量	44	18.34	
最小流量	40	18.31	

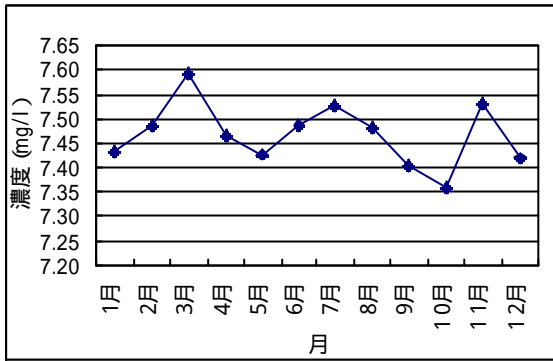
資料 - 2 流量発生分布頻度



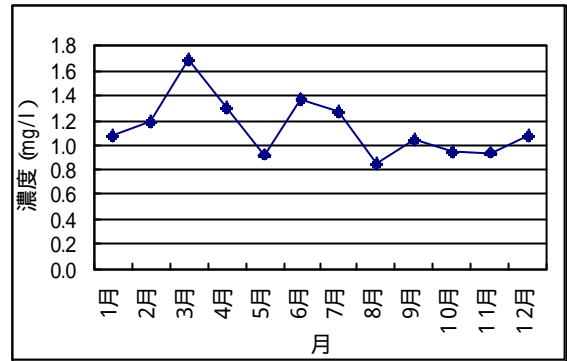
流量発生頻度分布 (分水堰地点日流量 昭和46年 ~ 平成9年の平均)

資料 - 3 水質

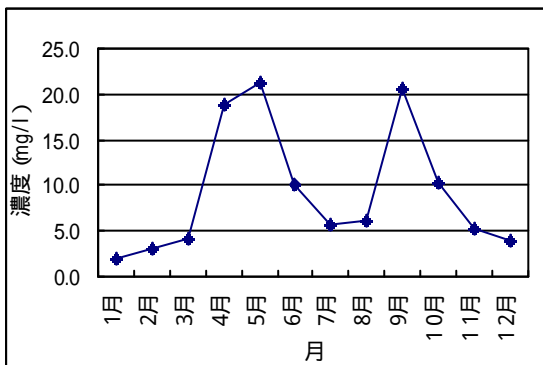
千代田堰堤における水質は次のとおりである。それぞれ、pH、BOD、SS、DO、窒素、リン濃度を以降に示す。



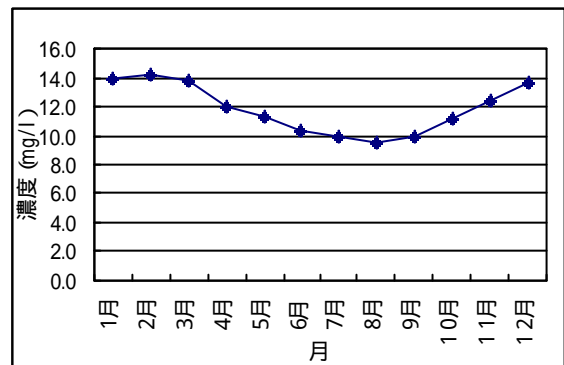
pH濃度(環境基準：6.5以上8.5以下)



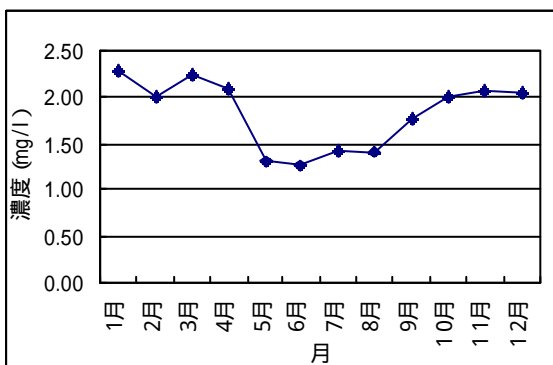
BOD濃度(環境基準：3mg/l以下)



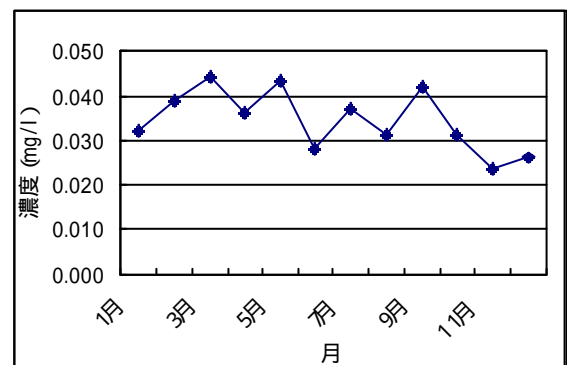
SS濃度(環境基準：25mg/s以下)



DO濃度(環境基準：5mg/l以上)



窒素濃度



リン濃度

千代田堰堤周辺 pH濃度

(mg/l)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
3年	7.25	7.55	7.67	7.67	7.97	7.56	7.83	7.57	7.85	7.39	7.66	7.52
4年	7.44	7.56	7.83	7.51	7.48	7.39	7.45	7.41	6.99	7.02	7.71	7.71
5年	7.46	7.83	7.71	7.43	7.41	7.56	7.71	7.40	7.28	7.33	7.45	7.20
6年	7.40	7.31	7.43	7.29	7.31	7.35	7.39	7.62	7.38	7.36	7.91	7.47
7年	7.44	7.39	7.46	7.52	7.04	7.53	7.48	7.46	7.52	7.49	7.30	7.51
8年	7.62	7.00	7.63	7.63	7.50	7.42	7.46	7.41	7.47	7.31	7.33	7.48
9年	7.54	7.55	7.94	7.54	7.44	7.45	7.68	7.57	7.49	7.41	7.57	7.19
10年	7.24	7.60	7.48	7.42	7.49	7.59	7.55	7.55	7.01	7.30	7.38	7.37
11年	7.46	7.51	7.43	7.54	7.27	7.39	7.37	7.42	7.75	7.48	7.38	7.36
平成12年	7.52	7.57	7.37	7.13	7.36	7.65	7.35	7.42	7.30	7.48	7.65	7.37
平均	7.44	7.49	7.60	7.47	7.43	7.49	7.53	7.48	7.40	7.36	7.53	7.42

総平均 7.469

千代田堰堤周辺 BOD濃度

(mg/l)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
3年	1.0	1.1	4.3	1.6	1.3	1.4	1.1	0.4	0.8	0.7	1.0	0.6
4年	1.6	1.5	1.6	0.9	1.2	2.0	0.9	0.6	1.7	0.4	0.8	0.7
5年	1.0	0.9	0.9	1.4	1.4	1.5	0.5	0.8	0.3	0.4	0.5	1.1
6年	1.0	1.1	1.5	1.3	1.1	2.0	2.1	1.2	2.4	0.6	0.8	0.4
7年	0.9	0.8	0.9	1.0	0.7	1.0	0.7	0.8	0.5	0.8	0.4	0.5
8年	0.9	1.1	1.1	1.3	0.9	0.8	0.7	0.5	0.3	2.0	1.6	1.4
9年	1.0	0.8	0.9	1.4	0.3	1.7	2.0	1.0	0.3	0.9	0.6	1.0
10年	0.7	1.8	1.1	1.2	1.0	0.7	0.7	0.8	1.0	0.5	0.3	1.5
11年	1.1	1.1	1.8	1.3	0.8	0.6	2.2	1.3	1.5	1.3	0.4	2.0
平成12年	1.6	1.8	2.8	1.7	0.6	2.0	1.9	1.1	1.7	2.0	3.0	1.7
平均	1.1	1.2	1.7	1.3	0.9	1.4	1.3	0.9	1.1	1.0	0.9	1.1

総平均 1.15

千代田堰堤周辺 S S濃度

(mg/l)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
3年	3	3	5	7	7	15	8	9	2	16	17	3
4年	2	2	4	9	6	8	2	6	24	12	2	10
5年	3	3	2	6	17	20	2	3	7	6	3	3
6年	3	3	6	27	61	8	8	4	7	3	4	2
7年	1	4	3	71	19	3	5	5	5	3	2	4
8年	2	1	4	7	9	2	2	9	10	18	1	2
9年	1	2	2	2	15	18	7	5	2	10	1	5
10年	2	2	5	16	11	2	4	1	139	25	9	6
11年	2	4	5	24	17	21	7	13	2	8	10	1
平成12年	1	7	6	21	52	3	12	6	9	2	3	4
平均	2.0	3.1	4.2	19.0	21.4	10.0	5.7	6.1	20.7	10.3	5.2	4.0

総平均 9.31

千代田堰堤周辺D O濃度

(mg/l)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
3年	13.2	14.2	13.1	12.2	11.2	9.4	9.1	10.1	9.3	10.7	11.9	12.3
4年	14.5	14.4	13.5	11.2	11.2	10.7	10.0	9.7	9.7	11.2	13.1	13.8
5年	13.9	13.6	12.6	12.1	11.3	9.8	10.3	10.1	9.5	11.1	12.0	13.9
6年	12.9	14.5	13.2	12.2	9.6	9.9	9.2	8.2	9.7	11.3	11.9	13.5
7年	13.8	14.0	13.9	11.9	10.8	10.7	9.2	9.4	10.3	11.2	12.2	14.3
8年	14.4	14.1	13.5	13.2	11.5	10.6	10.8	10.1	10.9	11.4	13.2	13.8
9年	13.8	14.0	15.8	12.4	12.0	11.4	9.9	9.0	9.7	11.9	13.0	12.5
10年	13.6	14.2	13.7	10.8	11.2	11.0	9.5	10.5	10.2	11.5	12.3	14.8
11年	14.0	13.9	13.7	11.6	12.4	10.8	11.2	9.5	9.8	10.7	12.4	13.9
平成12年	15.3	15.7	14.9	12.5	11.9	10.1	10.1	9.8	10.2	10.6	12.5	14.4
平均	13.9	14.3	13.8	12.0	11.3	10.4	9.9	9.6	9.9	11.2	12.5	13.7

総平均 11.88

千代田堰堤周辺窒素濃度

(mg/l)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
3年	2.60	2.03	2.43	1.49	1.27	0.80	1.88	1.17	1.59	1.99	2.10	1.90
4年	1.97	1.91	2.18	1.11	1.01	1.01	1.01	1.00	1.51	1.90	1.60	1.53
5年	2.05	1.84	1.93	1.78	1.30	1.27	1.27	1.81	1.74	2.13	1.78	2.15
6年	1.99	1.78	3.06	2.73	0.95	1.47	1.42	1.58	1.43	2.25	2.18	2.23
7年	2.27	2.52	2.37	1.91	1.55	1.51	1.76	1.68	1.96	1.94	1.85	2.10
8年	2.05	1.84	2.31	3.03	1.09	1.06	1.42	1.23	1.45	1.56	2.49	2.05
9年	2.26	2.02	1.51	1.43	1.18	1.19	1.10	1.43	1.85	2.55	2.16	2.22
10年	2.81	2.27	3.08	1.25	1.22	1.39	1.33	1.64	2.40	2.16	2.07	2.35
11年	2.64	2.22	1.89	1.49	1.69	1.13	1.43	1.32	1.38	1.36	1.62	1.97
平成12年	2.14	1.71	1.78	4.69	1.82	1.69	1.80	1.25	2.44	2.15	2.81	2.03
平均	2.28	2.01	2.25	2.09	1.31	1.25	1.44	1.41	1.78	2.00	2.07	2.05

総平均 1.829

千代田堰堤周辺リン濃度

(mg/l)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
3年	0.018	0.035	0.044	0.039	0.026	0.053	0.065	0.028	0.030	0.052	0.026	0.029
4年	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5年	0.055	0.049	0.042	0.041	0.142	0.038	0.030	0.025	0.038	0.028	0.028	0.031
6年	0.041	0.033	0.055	0.032	0.076	0.024	0.028	0.049	0.035	0.026	0.024	0.022
7年	0.011	0.061	0.055	0.069	0.019	0.015	0.033	0.029	0.025	0.025	0.025	0.027
8年	0.043	0.027	0.044	0.037	0.032	0.021	0.025	0.025	0.030	0.015	0.023	0.027
9年	0.051	0.045	0.048	0.032	0.020	0.037	0.057	0.034	0.031	0.019	0.023	0.018
10年	0.026	0.047	0.050	0.033	0.022	0.030	0.028	0.018	0.127	0.062	0.030	0.027
11年	0.030	0.029	0.038	0.044	0.039	0.034	0.038	0.057	0.044	0.049	0.023	0.028
平成12年	0.049	0.065	0.065	0.037	0.059	0.029	0.066	0.048	0.060	0.040	0.031	0.050
平均	0.032	0.039	0.044	0.036	0.044	0.028	0.037	0.031	0.042	0.032	0.023	0.026

総平均 0.0346