

## 6. 地方独立行政法人 北海道立総合研究機構

### 6-1 調査実施機関・担当者名

実施機関名：(地独) 北海道立総合研究機構

担当者名： 田原るり子、高橋英明、仮屋遼

### 6-2 調査対象農薬

調査対象農薬は、北海道内で販売量が多く使用実態のあるクミルロン及びプレチラクロールとした。

表 6-1 調査対象農薬

農薬名	商品名 (例)	使用時期	使用頻度等
クミルロン	草笛フロアブル 草笛ジャンボ	水田用除草剤	使用回数は1回
プレチラクロール	エリジャン乳剤 ソルネット1キロ粒剤 ユニハーブフロアブル ウリホス粒剤15 ウリホスフロアブル	水田用除草剤	使用回数は1回

\*普及率が1%以上であると見込まれるもののみ

### 6-3 調査対象河川と地域概要

#### 1) 河川名

石狩川 (石狩大橋における 2018 年平水流量 484.29 m<sup>3</sup>/s )

(国土交通省水文水質データベースより)

#### 2) 流域面積

14,330 km<sup>2</sup>

(「河川維持管理計画<石狩川(下流)> 平成30年3月 北海道開発局札幌開発建設部」より)

石狩川の流域面積は国内第2位の大きさで、北海道の面積のほぼ1/6を占める。調査対象とする流域面積は約13,000 km<sup>2</sup>で流域面積の約9割を占める。

#### 3) 観測点

調査地点は、石狩川下流域にある、いずれも環境基準点である納内橋、砂川大橋及び石狩大橋である。

表 6-2 観測点の概要

No	地点名	区分	備考
①	納内橋	評価点	河口から 130 km
②	砂川大橋	評価点	河口から 87.6 km 空知川合流地点の下流
③	石狩大橋	評価点	河口から 26.6 km 夕張川及び千歳川合流地点の下流

河口からの距離は「河川維持管理計画<石狩川(下流)> 平成 30 年 3 月 北海道開発局札幌開発建設部」表 6-5 観測所一覧(水質観測)より

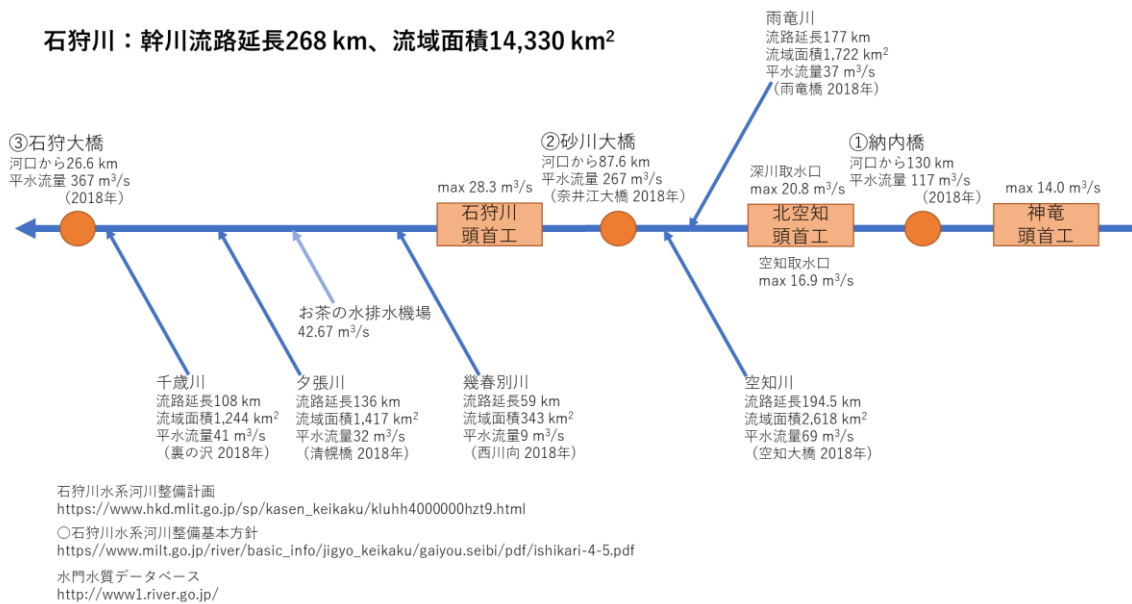


図 6-1 調査地点の模式図



図 6-2 調査地点の平面図

国土地理院電子地図を基に作成

<https://maps.gsi.go.jp/#9/43.373931/142.004745/&base=std&ls=std&disp=1&vs=c0j0h0k0l0u0t0z0r0s0m0f0>

## 6-4 分析結果

### 1) 農薬成分の検出状況

表 6-3 農薬成分の検出状況

農薬成分	最小値 ( $\mu\text{g/L}$ )	最大値 ( $\mu\text{g/L}$ )	備考
クミルロン	< 0.02	2.78	5月21日 石狩大橋 (評価点)
プレチラクロール	< 0.02	1.50	5月21日 砂川大橋 (評価点)

クミルロン：水産基準 90  $\mu\text{g/L}$ 、水域 PEC 1.9  $\mu\text{g/L}$  (水田 Tier 2)

水濁基準 0.02 mg/L、

水濁 PEC 0.0073 mg/L (水田 Tier 2、非水田 Tier 1)

プレチラクロール：水産基準 2.9  $\mu\text{g/L}$ 、水域 PEC 1.1  $\mu\text{g/L}$  (水田 Tier 2)

：水濁基準 0.047 mg/L、水濁 PEC 0.016 mg/L (水田 Tier 1)

調査対象農薬成分の河川水中の消長を次項に示す。年間平均濃度は式①により算出した。

$$\text{年間平均濃度 } M = \frac{\Sigma((C_i + C_{i+1}) \times (t_{i+1} - t_i) / 2) + (C_L + C_0) \times (365 - t_L) / 2}{365} \dots \text{式①}$$

M：年間平均濃度 ( $\mu\text{g/L}$ )

$C_0$ ：調査開始時の測定濃度 ( $\mu\text{g/L}$ )

$C_i$ ：i回目調査時の測定濃度 ( $\mu\text{g/L}$ )

$C_L$ ：最終調査時の測定濃度 ( $\mu\text{g/L}$ )

$t_i$ ：調査開始日からi回目調査日までの日数

$t_L$ ：調査開始日から最終調査日までの日数

なお、測定濃度が定量限界値未満の場合は、定量限界値の半分の値を用いた。また、調査を実施していない期間の濃度は、最終調査日の測定濃度が定量限界値未満の場合、定量限界値の半分の値を用いた。最終調査日の測定濃度が定量限界値以上の場合、最終調査日の測定濃度を用いた。

表 6-4 河川中における農薬成分の消長：クミルロン

採水日	農薬使用 時期等	濃度 (μg/L)		
		納内橋	砂川大橋	石狩大橋
4月27日		< 0.02	< 0.02	< 0.02
5月7日		< 0.02	< 0.02	< 0.02
5月11日		0.10	0.07	0.06
5月14日		0.25	0.37	0.24
5月18日	移植始 (5/18)	0.97	1.26	1.59
5月21日		1.33	1.30	2.78
5月25日		0.64	0.79	2.36
5月28日	移植終 (5/27)	0.32	0.4	0.73
6月1日		0.09	0.14	0.38
6月4日		0.06	0.07	0.21
6月8日		0.06	0.06	0.11
6月11日		0.03	0.05	0.09
6月15日		0.02	0.03	0.06
6月18日		0.02	0.03	0.05
6月22日		0.02	0.03	0.04
6月25日		< 0.02	0.02	0.03
6月29日		< 0.02	< 0.02	0.02
7月2日		< 0.02	< 0.02	< 0.02
7月6日		< 0.02	< 0.02	0.02
7月13日		< 0.02	< 0.02	0.03
年間平均濃度		0.05	0.05	0.10

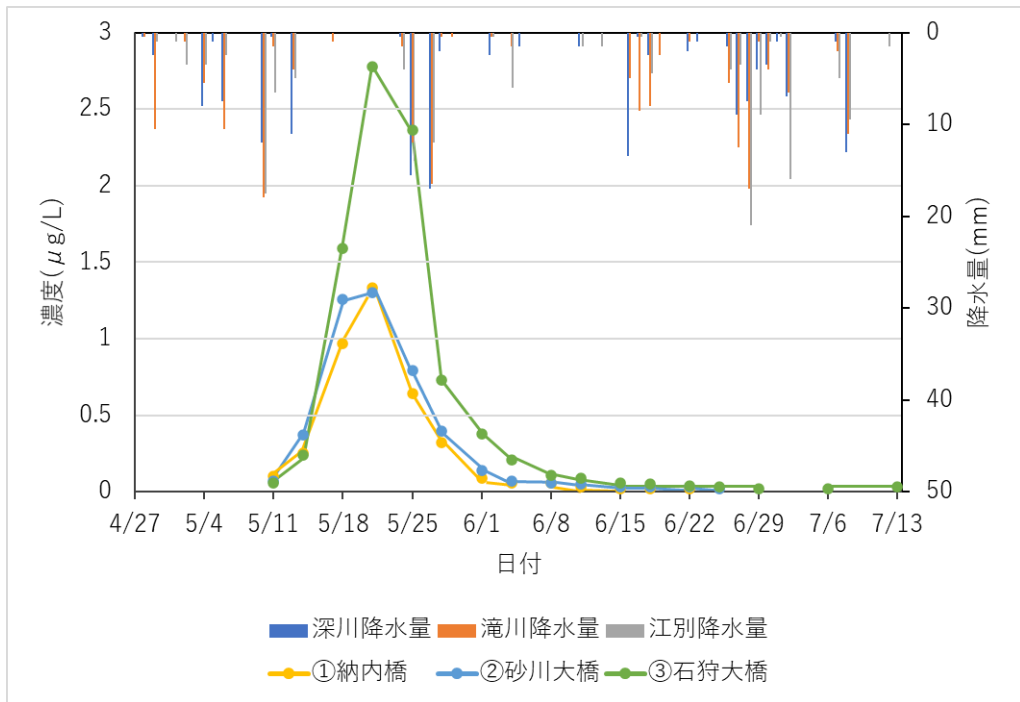


図 6-3 河川水中における農薬成分の消長：クミルロン

表 6-5 河川中における農薬成分の消長： プレチラクロール

採水日	農薬使用 時期等	濃度 ( $\mu\text{g/L}$ )		
		納内橋	砂川大橋	石狩大橋
4月27日		< 0.02	< 0.02	< 0.02
5月7日		< 0.02	< 0.02	< 0.02
5月11日		0.06	0.09	0.07
5月14日		0.27	0.42	0.28
5月18日	移植始 (5/18)	0.89	1.44	1.16
5月21日		1.07	1.50	1.43
5月25日		0.53	0.84	0.88
5月28日	移植終 (5/27)	0.15	0.35	0.31
6月1日		0.06	0.15	0.15
6月4日		0.04	0.09	0.13
6月8日		0.03	0.09	0.08
6月11日		< 0.02	0.05	0.10
6月15日		< 0.02	< 0.02	0.03
6月18日		0.03	0.02	0.02
6月22日		< 0.02	< 0.02	< 0.02
6月25日		< 0.02	< 0.02	< 0.02
6月29日		< 0.02	< 0.02	< 0.02
7月2日		< 0.02	< 0.02	< 0.02
7月6日		< 0.02	< 0.02	< 0.02
7月13日		< 0.02	< 0.02	< 0.02
年間平均濃度		0.04	0.06	0.05

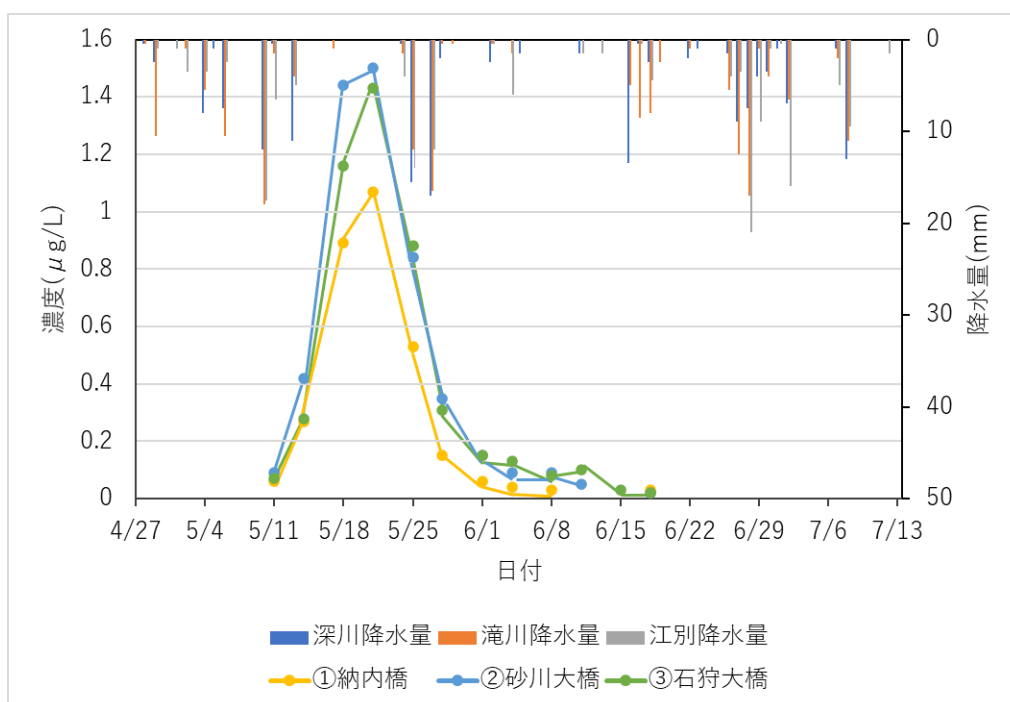


図 6-4 河川水中における農薬成分の消長：プレチラクロール

## 2) 調査地域における農薬成分の流出量の推定

調査地点のうち最も下流にある石狩大橋における対象物質の流出量を次のとおり、有効数字 2 桁（3 桁目を四捨五入）で算出した。算出に当たっては定量下限未満の定量値はゼロと扱い、式②のとおり算出した。なお、調査対象流域には大規模な頭首工が複数設置されているが、ここではそれらの影響を考慮しなかった（「6-7 考察」に記載）。

$$V = 86.4 \times \sum_{i=1}^{19} \frac{(C_i \times Q_i + C_{i+1} \times Q_{i+1}) \times t_{i-i+1}}{2} \dots \text{式②}$$

式②中 C 及び t は式①と同様で、 $Q_i$  は i 回目の調査時の河川流量である。

表 6-6 に調査地域における農薬成分の推定流出量を示す。

表 6-6 調査地域における農薬成分の流出量・流出率

農薬成分	調査河川	使用量(g/流域)	流出量(g/流域)	流出率*(%)
クミルロン	石狩川	4900000	1500000	31
プレチラクロール	石狩川	6100000	800000	13

※流出率：調査地域からの成分流出量／調査地域の成分使用量×100



## 6-5 考察

### 1) 分析法について

捕集材に Waters Sep-Pak PS-2 を用いた固相抽出法—LC-MS/MS 法で分析した。  
添加回収試験及び保存性試験は良好な結果を得た。

### 2) 河川水中濃度について

クミルロンについては、3つの評価地点のうち、最も下流にある石狩大橋で最大濃度  $2.78 \mu\text{g/L}$  が検出された。また、その他の評価地点における最大濃度は納内橋で  $1.33 \mu\text{g/L}$ 、砂川大橋で  $1.30 \mu\text{g/L}$  であった。各評価地点の年間平均濃度を超過して検出されていた期間は、納内橋では5月11日から6月8日、砂川大橋では5月11日から6月11日、石狩大橋では5月14日から6月8日であった。3地点とも5月21日に最高濃度を検出していた。プレチラクロールについては砂川大橋で最大濃度  $1.50 \mu\text{g/L}$  が検出された。その他の評価地点における最大濃度は納内橋で  $1.07 \mu\text{g/L}$ 、石狩大橋で  $1.43 \mu\text{g/L}$  であった。各評価地点の平均濃度を超過して検出されていた期間は5月11日から6月1日、砂川大橋では5月11日から6月8日、石狩大橋では5月11日から6月11日であった。

調査地域内の各振興局産業振興部農務課が公表している「令和2年度（2020年度）農作物生育状況調査」では、移植期は5月21日（移植始は5月18日、移植終は5月27日）とされており、いずれの対象物質においても、5月中旬の流出ピークは、移植時に使用されたものが検出されたと考えられる。

同一地点におけるクミルロンとプレチラクロールの流出濃度を比較すると、3地点とも両物質の流出期は一致していた（図6-5～図6-7）。納内橋と砂川大橋ではクミルロンとプレチラクロールの検出濃度に大きな違いは見られなかったが、石狩大橋ではクミルロンの濃度はプレチラクロールの約2倍であり、砂川大橋の上流域と下流域では除草剤の選択傾向が異なると考えられる。

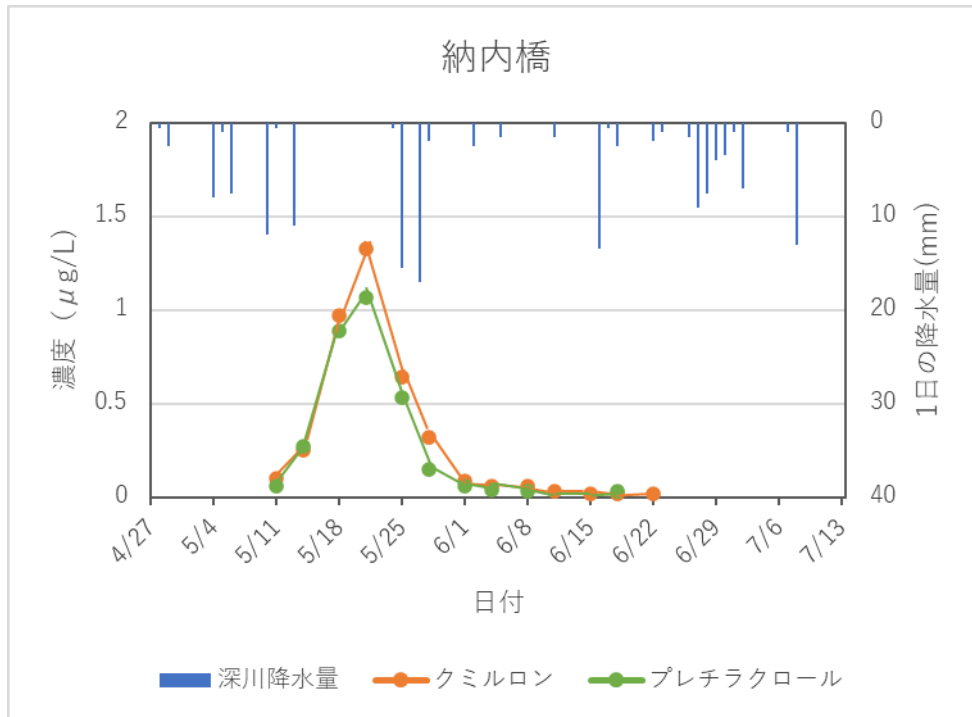


図 6-5 納内橋における対象物質の濃度変化

1日の降水量は AMeDAS 深川の観測値

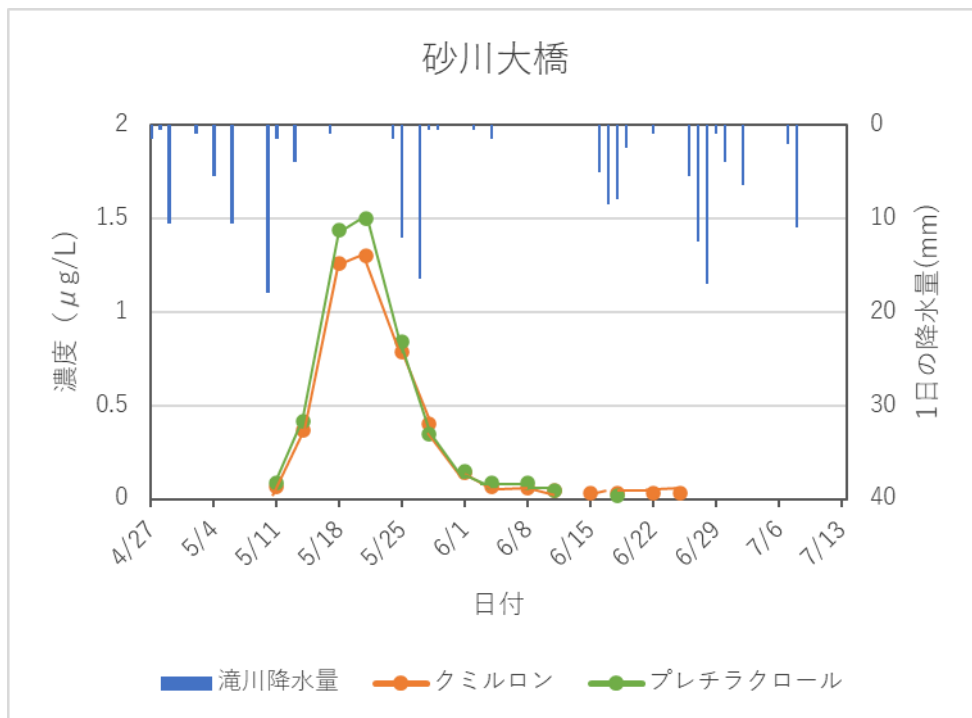


図 6-6 砂川大橋における対象物質の濃度変化

1日の降水量は AMeDAS 滝川の観測値

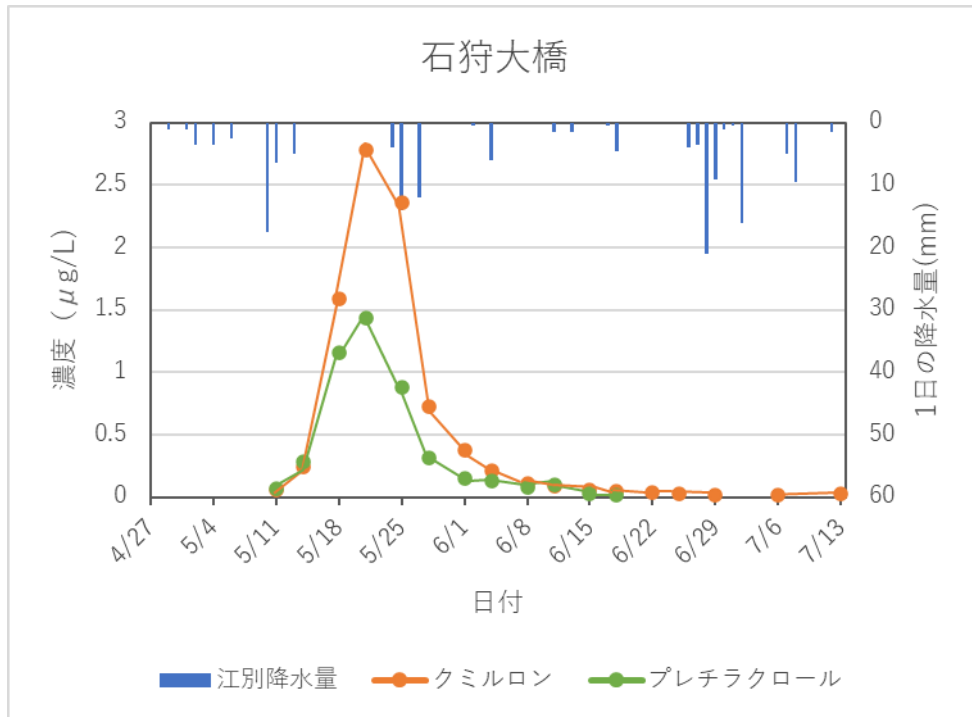


図 6-7 石狩大橋における対象物質の濃度変化

1 日の降水量は AMeDAS 江別の観測値

### 3) 河川への流出量について

上述のとおり、調査対象流域には大規模な頭首工が複数設置されており、農薬流出期の取水により、農薬流出量が過小評価される可能性がある。そこで、公表されている頭首工の計画取水量と本調査の農薬検出濃度から、頭首工における取水に含まれる農薬の量を推計し、各調査地点における流出量に対する比を求めた。それぞれの流出量及び取水中の農薬の量は式②により求めた。各調査地点とその上流の頭首工について、次に示す。

納内橋：

納内橋上流約 12 km には神竜頭首工がある。この施設による計画取水量を表 6-7 に示す。神竜頭首工と納内橋の間には主要支川や大規模な排水機場がないため、神竜頭首工における取水には納内橋の検出濃度と同じ濃度の対象物質が含まれると仮定した。

砂川大橋：

納内橋の下流約 5 km には北空知頭首工がある。この施設による計画取水量を表 6-7 に示す。北空知頭首工と納内橋の間には主要支川や大規模排水機場がないため、北空知頭首工における取水には納内橋の検出濃度と同じ濃度の対象物質が含まれると仮定した。なお、砂川大橋上流で流入する空知川に設置された北海頭首工によ

る取水（取水量 42 m<sup>3</sup>/sec）は、この頭首工よりも上流で使用された対象物質の流出量に影響を及ぼすが、北海頭首工上流域の水田面積は、本調査で対象とした水田面積の約 6.5%のみであったので、この頭首工による影響は考慮しない。

表 6-7 頭首工における計画取水量（m<sup>3</sup>/s、小数点以下切り捨て）

施設名	4/21 ~ 5/5	5/6 ~ 5/20	5/21 ~ 6/30	7/1 ~ 7/10	7/11 ~ 8/31
神竜頭首工 <sup>1)</sup>	11	19	15	18	15
北空知頭首工 <sup>2)</sup>	24	46	35	43	35

1) 水土里しんりゅう「神竜頭首工概要」

<http://www.m-shinryuu.jp/wp/wp-content/uploads/2017/06/7eef4fe8ea100fbbbb8378343b6ccf29.pdf>（2020年10月26日アクセス）

2) 北空知頭首工管理条例施行規則（平成17年9月30日 規則第66号、平成30年4月1日施行）

石狩大橋：

砂川大橋と石狩大橋の間には、最大取水量 28.3 m<sup>3</sup>/sec の石狩川頭首工がある。この頭首工で取水された河川水には砂川大橋の検出濃度と同じ濃度の対象物質が含まれていると仮定し、取水量を 28.3 m<sup>3</sup>/sec とした。砂川大橋と石狩頭首工の間に主要支川の流入はないものの複数の排水機場が存在するが、(図 6-8) ここでは考慮しない。

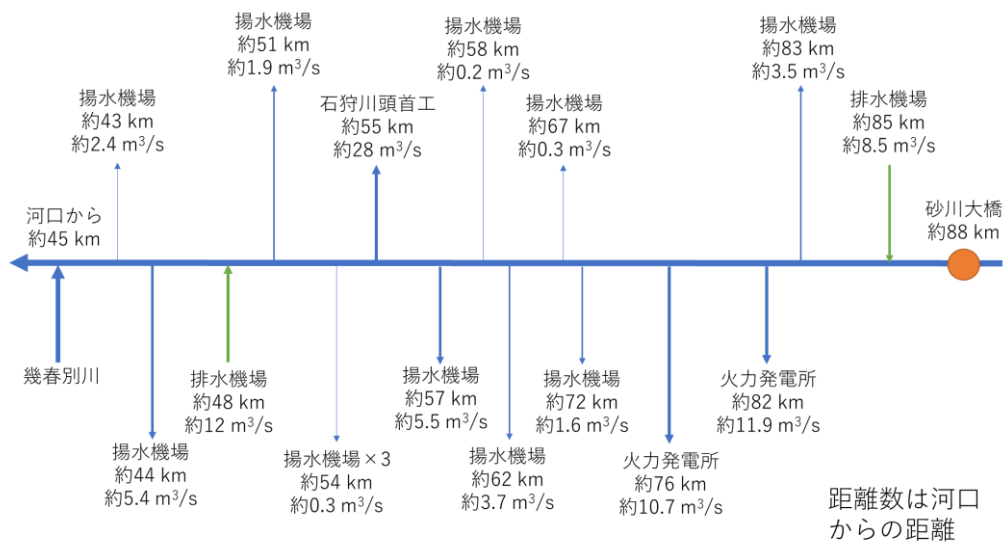


図 6-8 砂川大橋から幾春別川までの取水と排水

参考

北海道開発局：石狩川水系石狩川（下流）河川整備計画（平成19年9月）附図

[https://www.hkd.mlit.go.jp/sp/kasen\\_keikaku/kluhh4000000hc4s-att/kluhh4000000hca7.pdf](https://www.hkd.mlit.go.jp/sp/kasen_keikaku/kluhh4000000hc4s-att/kluhh4000000hca7.pdf) 2020年10月26日アクセス (幾春別川合流点)

北海道開発局札幌開発建設部：河川維持管理計画<石狩川(下流)>(平成30年3月)

[https://www.hkd.mlit.go.jp/sp/kasen\\_keikaku/kluhh40000004j7m-att/gburoi000000jvy0.pdf](https://www.hkd.mlit.go.jp/sp/kasen_keikaku/kluhh40000004j7m-att/gburoi000000jvy0.pdf)

国土交通省河川整備基本方針石狩川水系○石狩川水系流域及び河川の概要：

[https://www.mlit.go.jp/river/basic\\_info/jigyokeikaku/gaiyou/seibi/pdf/ishikari-4-5.pdf](https://www.mlit.go.jp/river/basic_info/jigyokeikaku/gaiyou/seibi/pdf/ishikari-4-5.pdf) 2020年10月26日アクセス

岩見沢市 HP：

[https://www.city.iwamizawa.hokkaido.jp/cassette\\_content/content\\_20190711\\_173112.pdf](https://www.city.iwamizawa.hokkaido.jp/cassette_content/content_20190711_173112.pdf) 2020年10月26日アクセス

農林水産省 HP：

<https://www.maff.go.jp/j/nousin/noukei/jigyouhyouka/pdf/kityuu5.pdf>  
2020年10月26日アクセス

排水機場 2か所 計画排水量 合計 20 m<sup>3</sup>/s

参考1 岩見沢市 HP：

[https://www.city.iwamizawa.hokkaido.jp/cassette\\_content/content\\_20190711\\_173112.pdf](https://www.city.iwamizawa.hokkaido.jp/cassette_content/content_20190711_173112.pdf) 2020年10月26日アクセス

参考2 農林水産省 HP：

<https://www.maff.go.jp/j/nousin/noukei/jigyouhyouka/pdf/kityuu5.pdf> 2020年10月26日アクセス

揚水機場 12か所 計画最大取水量 合計 25 m<sup>3</sup>/s

電力会社による取水 2か所 取水量 合計 22.5 m<sup>3</sup>/s (一部利用)

参考 国土交通省河川整備基本方針石狩川水系○石狩川水系流域及び河川の概要：

[https://www.mlit.go.jp/river/basic\\_info/jigyokeikaku/gaiyou/seibi/pdf/ishikari-4-5.pdf](https://www.mlit.go.jp/river/basic_info/jigyokeikaku/gaiyou/seibi/pdf/ishikari-4-5.pdf) 2020年10月26日アクセス

各調査地点における流出量とその上流にある頭首工の取水に含まれる対象物質の量を図6-9～図6-14に示す。

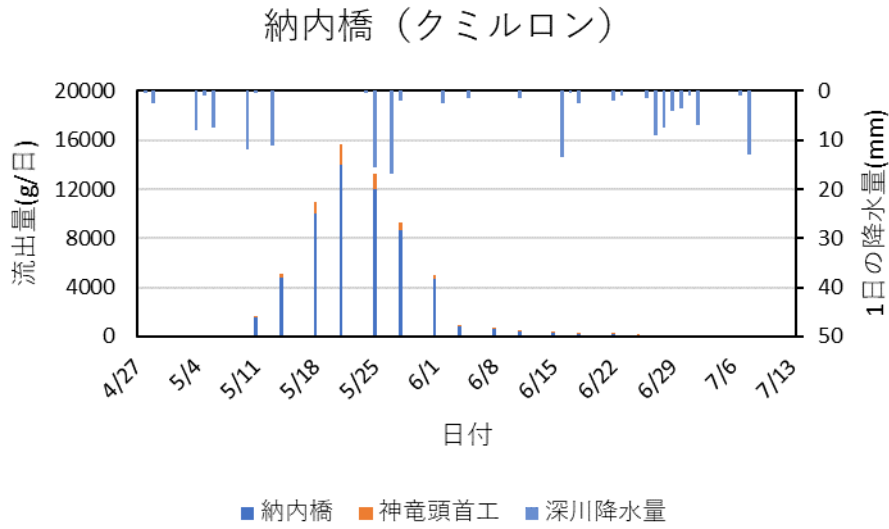


図 6-9 納内橋におけるクミルロンの流出量 (g/日)

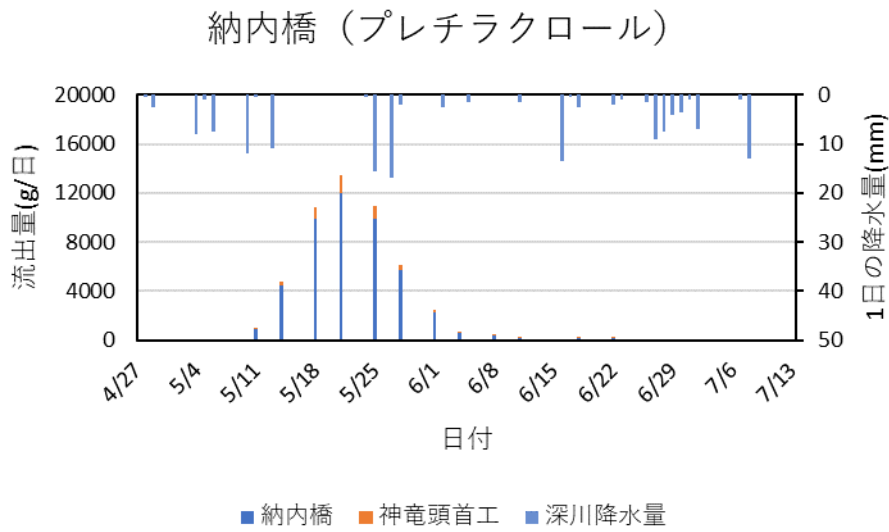


図 6-10 納内橋におけるプレチラクロールの流出量 (g/日)

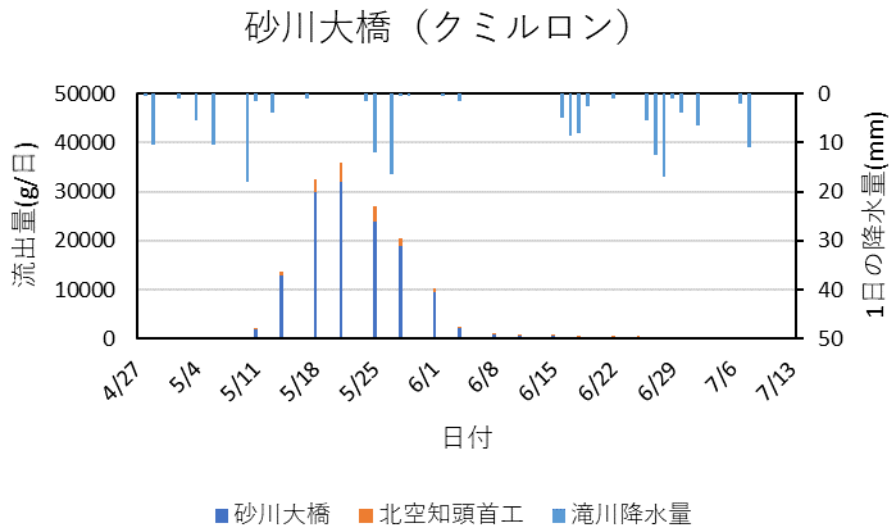


図 6-11 砂川大橋におけるクミルロンの流出量 (g/日)

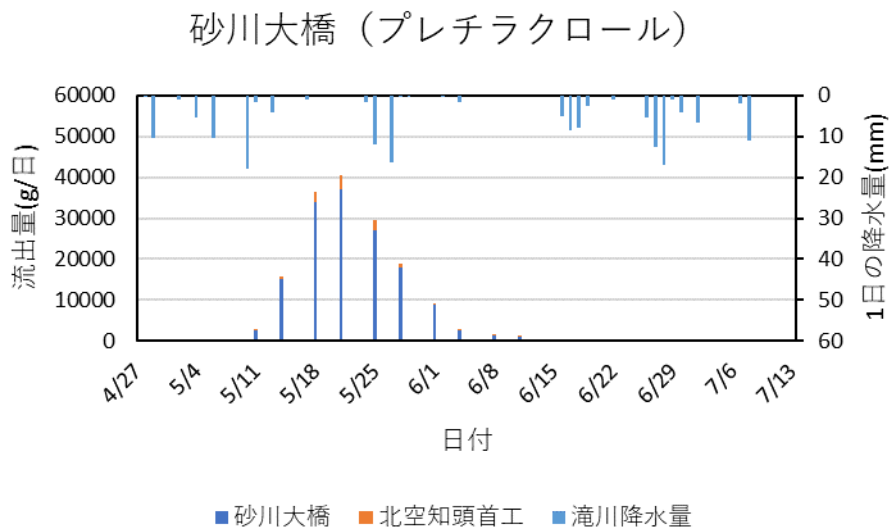


図 6-12 砂川大橋におけるプレチラクロールの流出量 (g/日)



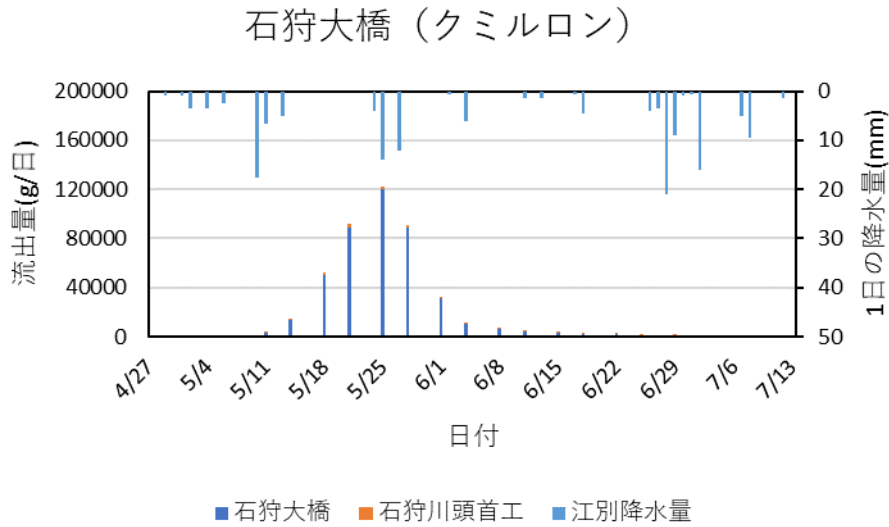


図 6-13 石狩大橋におけるクミルロンの流出量 (g/日)

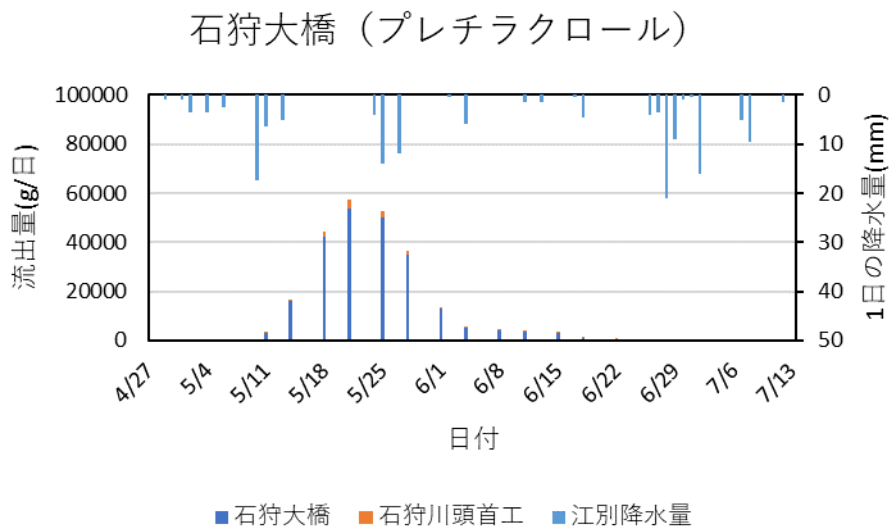


図 6-14 石狩大橋におけるプレチラクロールの流出量 (g/日)

図 6-9～図 6-14 に示すとおり、各調査地点における頭首工の影響は大きくないことがわかった。これは、農薬の流出が見られた 5 月下旬は頭首工の取水量が多くなかったためと考えられる。このことから農薬の流出量の算出の際に、頭首工の影響を考慮しなかったのは妥当である。

また、移植期に降水が観測されなかった 5 月 14 日から 5 月 24 日の間に、石狩大橋のクミルロンを除いて、本調査で算出した総流出量の約 50%が流出した。この時期の流出

は降水をきっかけにしたものではないと考えられる。

#### 4) 水域 PEC 算出と調査地点におけるパラメータの比較

##### ア 環境パラメータの比較

各調査地点における環境によるパラメータと水域 PEC 算出シナリオにおけるパラメータを表 6-8 に示す。各調査地点のパラメータは、表 6-3 及び表 6-17 の値を用いて算出した。水域 PEC 算出におけるモデル河川では、流域面積における河川面積、本川と支川の面積比が設定されているが、ここでは統計データから算出できるものを算出した。

表 6-8 に示すとおり、各調査地点における環境パラメータのうち、100 km<sup>2</sup>あたりの水田面積はモデルの 100～110%、100 km<sup>2</sup>あたりの平水流量はモデルの 90～130%であり、各調査地点はモデル河川の評価地点とほぼ同じ環境であった。

表 6-8 各調査地点の環境によるパラメータ（有効数字 2 桁）

	水域 PEC 算出シナリオ	納内橋	砂川大橋	石狩大橋
100 km <sup>2</sup> あたりの水田面積 (ha/100 km <sup>2</sup> )	500	520	510	550
100 km <sup>2</sup> あたりの平水流量* (m <sup>3</sup> /s/100 km <sup>2</sup> )	3	3.7	2.6	3.8

\*各調査地点においては、調査期間中の平水流量から算出

##### イ 農薬使用のシナリオと調査地点における農薬の使用状況の比較

調査対象農薬であるクミルロンとプレチラクロールについて、水域 PEC 算出の標準的シナリオと各調査地点における農薬の使用状況の比較を行った。クミルロンについては表 6-9、プレチラクロールについては表 6-10 に示す。調査対象農薬の普及率は表 6-4 の値であり、使用割合は式③により算出した。

$$R = W / \text{total } W \times 100 \dots \text{式③}$$

ここで、R：各製品の使用割合(%)

W：使用された各製品に含まれている対象物質の総重量(kg)

total W：使用された対象物質の総重量(kg)

W は表 6-4 に示した値を用いた。

クミルロンについては、表 6-9 に示すとおり、単回の農薬散布量は 750 及び 1496 g/ha、普及率は 2.8 及び 3.5%であり合計 6.3%であった。使用率を勘案した調査流域内のク

ミルロンの単回の平均散布量は約 1200 g/ha であった。これらの値はいずれも標準的シナリオの約 50 ~ 60%であった。

プレチラクロールについては、表 6-10 に示すとおり、単回の農薬散布量は 272 ~ 450 g/ha、普及率は 1.4 ~ 10%であり合計 26.4%であった。使用率を勘案した調査流域内のプレチラクロールの単回の平均散布量は約 340 g/ha であった。これらの値のうち、普及率は標準的シナリオの約 250%であったのに対し、単回の農薬散布量は約 55%であった。

表 6-9 クミルロンの水域 PEC 算出シナリオと調査地域の農薬使用状況

パラメータ	水域 PEC 算出	調査地域	
剤型*	8%粒剤	27.4%フロアブル (比重 1.092)	15%ジャンボ剤
地上防除/航空防除	地上	地上	
適応作物	水稲	水稲	
施用方法	②	①	②
ドリフト量の考慮	考慮しない	考慮しない	
希釈倍数	1 倍	1 倍	1 倍
単回の農薬散布量 (有効成分 g/ha)	2400	1496	750
止水期間	3 日	7 日	
普及率(%)	10	2.8	3.5
使用率(%)		61	39

\*比重は該当する主要製品の SDS を参照

\*\* 施用方法は各製品の資料を参考にした。①：原液灌水散布、②灌水散布、③水口処理

表 6-10 プレチラクロールの水域 PEC 算出シナリオと調査地域の農薬使用状況

パラメータ	水域 PEC 算 出	調査地域					
		12%乳剤 (比重*0.9 86 @ 2 0°C)	5%フロ アブル 剤 (比重*1.0 9 @ 25°C)	4%粒剤	1.5%粒 剤	3%フロ アブル 剤 (比重 1.1)	15%粒剤
剤型*	12.5% 水和剤						
地上防除/ 航空防除	地上	地上					
適応作物	水稲	水稲					
施用方法	①	①	①	②	②	①、③	①
ドリフト量 の考慮	考慮	考慮しない					
希釈倍数	1 倍	1 倍	1 倍	1 倍	1 倍	1 倍	1 倍
単回の農薬 散布量 (有効成分 g/ha)	625	354.9	272.5	400	450	330	450
止水期間	3 日	7 日					
普及率(%)	10	7.9	10	2.1	1.4	3.4	1.6
使用率(%)		31	31	10	7.0	13	7.9

\*比重は該当する主要製品の SDS を参照 (3%フロアブル剤はメーカーに聞き取り)

\*\* 施用方法は各製品の資料を参考にした。①：原液灌水散布、②灌水散布、③水口処理