

6. 地方独立行政法人 北海道立総合研究機構

6-1 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、プロモブチド及びプレチラクロールとした。対象農薬の商品及び使用時期を表 6-1 に示す。

表 6-1 調査対象農薬

農薬名	商品名*	使用時期**	使用頻度等
クミルロン	草笛 マットタブ	+0 ~ +5	1 回
プロモブチド	アツパレ イッポン クミスター ゼータタイガー ゼータファイヤ デルタアタック トップガン バッチリフロアブル	+3 ~ +20 移植時、+0 ~ +15 +3 ~ +15 +3 ~ +20 +3 ~ +20 移植時、+0 ~ +15 +5 ~ +20 +0 ~ +15	1 回
プレチラクロール	エリジャン ソルネット ユニハーブ ウリホス (粒剤 15)	+0 ~ +5 移植時、+0 ~ +5 +0 ~ +5 +0 ~ +10 (+5 ~ +10)	1 回

*剤の形状の区別はしていない

**移植後の日数

6-2 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 2019 年平水流量 357.77 m³/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 km²

（「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

查対象とする流域面積は約 13,000 km² で、石狩川の全流域面積の約 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。各地点の概要を表 6-2 に、調査対象地域の模式図と平面図をそれぞれ図 6-1 と図 6-2 に示す。

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

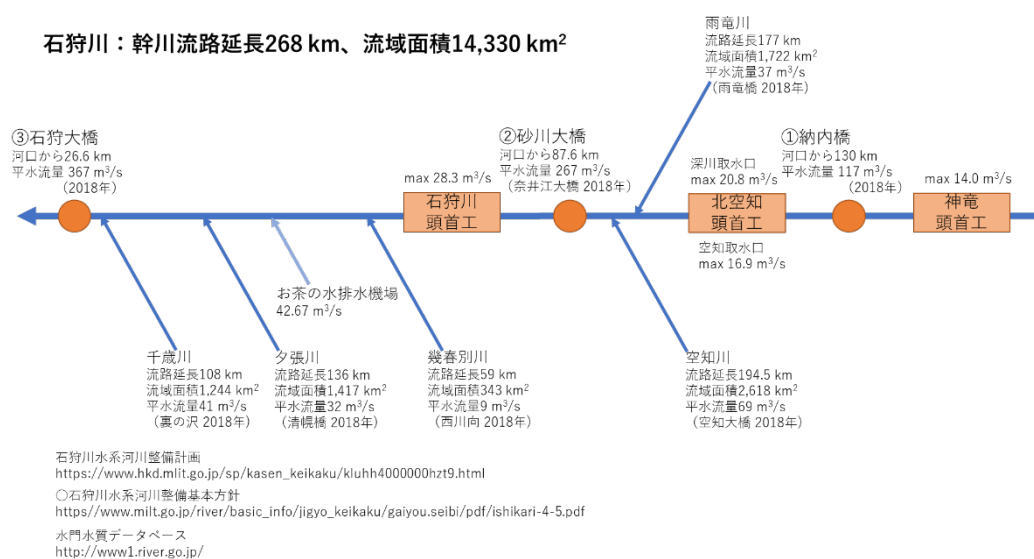


図 6-1 調査地点の模式図

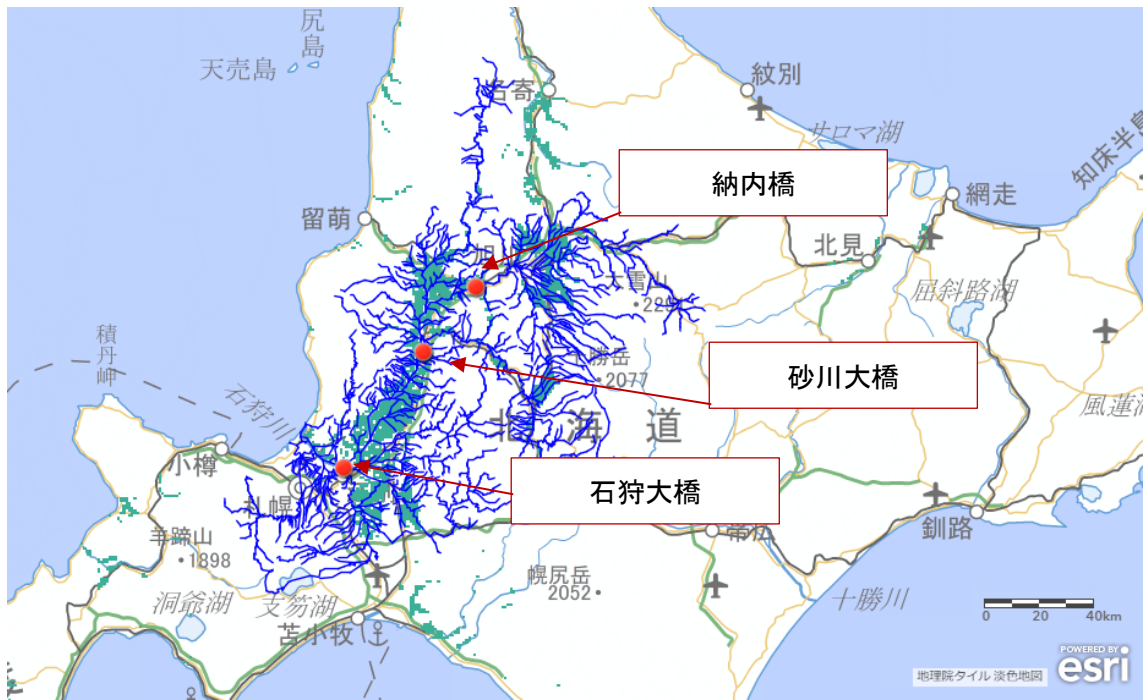


図 6-2 調査地点の平面図

ArcGIS Pro で作成

図中、青線は石狩川、緑部分は田、赤点は調査地点

6-3 分析結果

1) 農薬成分の検出状況

調査対象地位における農薬成分の検出状況を表 6-3 に示す。

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	< 0.008	1.71	5/24 石狩大橋
ブロモブチド	< 0.008	1.96	6/3 砂川大橋
プレチラクロール	< 0.008	0.777	5/20 石狩大橋

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)

ブロモブチド：水産基準 480 $\mu\text{g/L}$ 、水域 PEC 23 $\mu\text{g/L}$ (水田 Tier 1)

水濁基準 0.10 mg/L、水濁 PEC 0.036 mg/L (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表 6-4-1～表 6-4-3 と図 6-3-1～図 6-3-3 に示す。農薬使用時期等は北海道内各振興局産業振興部農務課が毎月 2 回公表している「農作物の生育状況」のうち、上川総合振興局及び空知総合振興局の資料に基づいた。また、年間平均濃度は以下の式により算出した。

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

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

ここでは、定量下限値未満の測定値は、定量下限値の半分の値とした。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下限値未満の場合には、定量下限値の半分の値を用い、測定濃度が定量下限値以上の場合には、最終調査日の測定濃度を用いた。

表 6-4-1 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)		
		①納内橋	②砂川大橋	③石狩大橋
4月27日		< 0.008	< 0.008	< 0.008
5月6日		< 0.008	< 0.008	< 0.008
5月10日		0.028	0.047	0.034
5月13日		0.267	0.229	0.262
5月17日		0.510	0.723	0.895
5月20日	移植	0.561	0.940	1.62
5月24日		0.415	0.631	1.71
5月27日		0.445	0.531	1.08
5月31日		0.144	0.170	0.256
6月3日		0.089	0.132	0.256
6月7日		0.036	0.038	0.080
6月10日		0.021	0.040	0.065
6月14日		0.025	0.033	0.043
6月17日	中干し	0.020	0.066	0.051
6月21日		0.021	0.036	0.055
6月24日		0.025	0.033	0.046
6月28日		0.021	0.032	0.029
7月1日		0.020	0.031	0.035
7月5日		0.020	0.028	0.027
7月8日	中干し	0.023	0.030	0.029
7月12日		0.022	0.025	0.025
7月19日		0.022	0.034	0.038
7月26日		0.018	0.033	0.039
8月2日		0.015	0.028	0.034
年間平均濃度		0.035	0.051	0.081

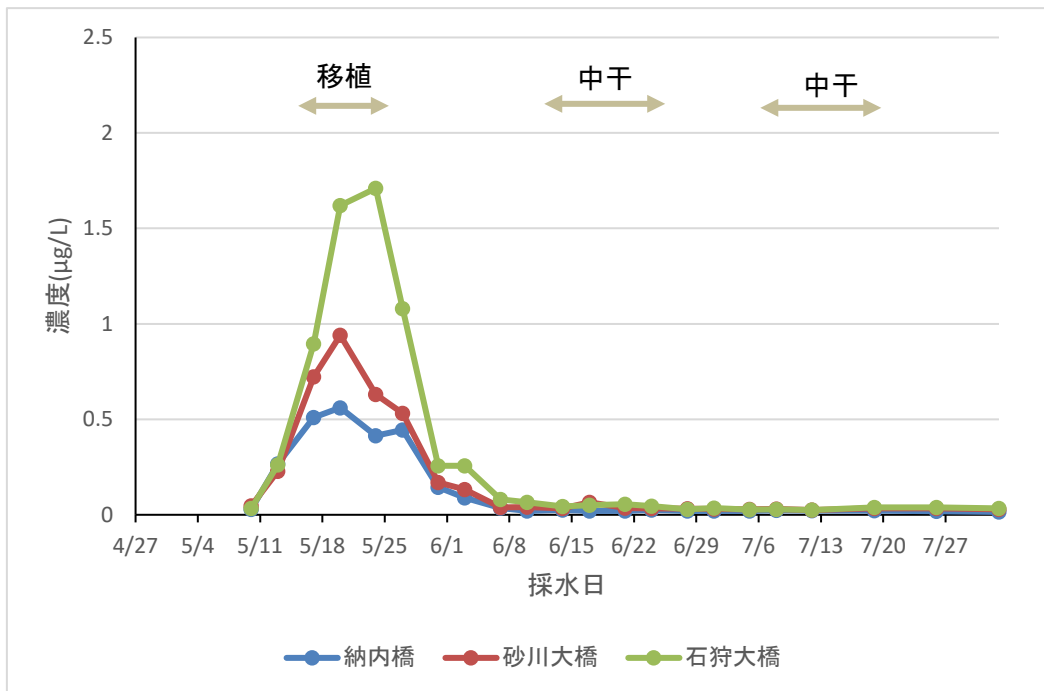


図 6-3-1 河川水中における農薬成分の消長：クミルロン

表 6-4-2 河川中における農薬成分の消長：プロモブチド

採水日	農薬使用 時期等	濃度 (µg/L)		
		①納内橋	②砂川大橋	③石狩大橋
4月27日		< 0.008	< 0.008	< 0.008
5月6日		< 0.008	< 0.008	< 0.008
5月10日		< 0.008	< 0.008	0.009
5月13日		< 0.008	< 0.008	< 0.008
5月17日		< 0.008	0.036	0.078
5月20日	移植	0.028	0.067	0.081
5月24日		0.065	0.104	0.110
5月27日		0.110	0.357	0.233
5月31日		0.293	0.764	0.619
6月3日		0.736	1.96	1.24
6月7日		0.369	0.927	1.08
6月10日		0.318	0.931	0.993
6月14日		0.336	0.617	0.748
6月17日	中干し	0.219	0.740	0.704
6月21日		0.271	0.513	0.611
6月24日		0.305	0.530	0.740
6月28日		0.154	0.266	0.242
7月1日		0.108	0.245	0.247
7月5日		0.089	0.154	0.131
7月8日	中干し	0.104	0.182	0.133
7月12日		0.065	0.093	0.080
7月19日		0.047	0.097	0.093
7月26日		0.022	0.063	0.065
8月2日		0.015	0.054	0.050
年間平均濃度		0.044	0.109	0.103

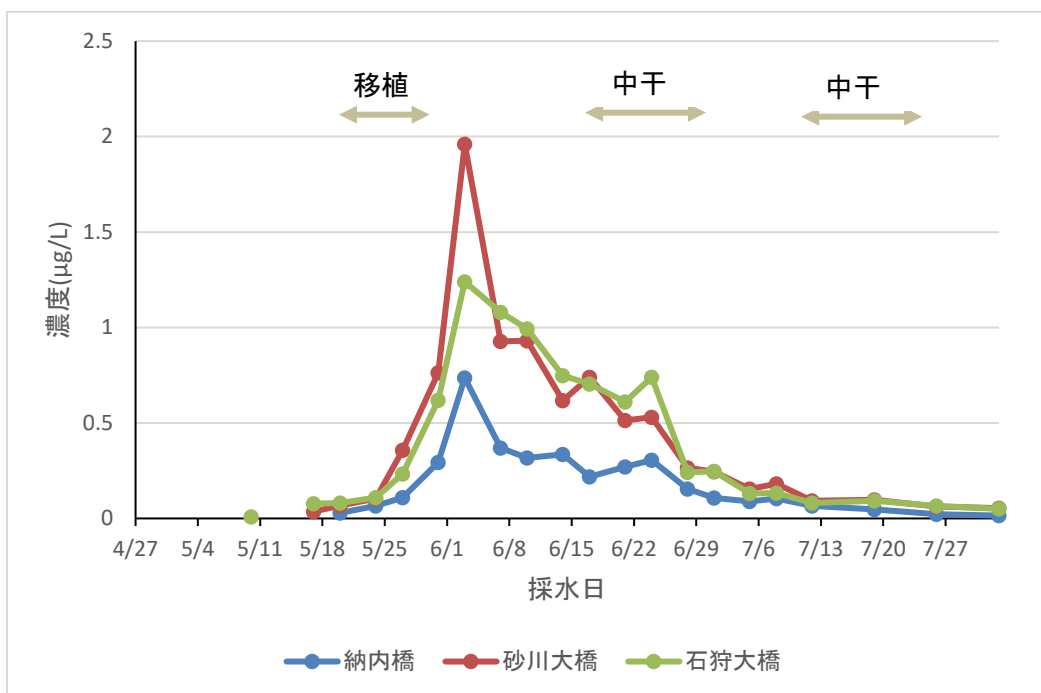


図 6-3-2 河川水中における農薬成分の消長：ブロモブチド

表 6-4-3 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 (µg/L)		
		①納内橋	②砂川大橋	③石狩大橋
4月27日		< 0.008	< 0.008	< 0.008
5月6日		< 0.008	< 0.008	< 0.008
5月10日		0.009	0.033	0.024
5月13日	↑ 移植 ↓	0.201	0.244	0.204
5月17日		0.453	0.603	0.513
5月20日		0.541	0.732	0.777
5月24日		0.345	0.487	0.652
5月27日		0.265	0.307	0.313
5月31日		0.057	0.102	0.079
6月3日		0.045	0.129	0.116
6月7日		0.017	0.036	0.054
6月10日		0.013	0.025	0.049
6月14日	↑ 中干し ↓	0.010	0.026	0.026
6月17日		< 0.008	0.028	0.029
6月21日		< 0.008	0.011	0.017
6月24日		< 0.008	0.015	0.018
6月28日		0.010	0.013	0.009
7月1日		0.010	< 0.008	< 0.008
7月5日	↑ 中干し ↓	< 0.008	< 0.008	< 0.008
7月8日		< 0.008	< 0.008	< 0.008
7月12日		< 0.008	< 0.008	< 0.008
7月19日		< 0.008	< 0.008	< 0.008
7月26日		< 0.008	< 0.008	< 0.008
8月2日		< 0.008	< 0.008	< 0.008
年間平均濃度		0.023	0.030	0.031

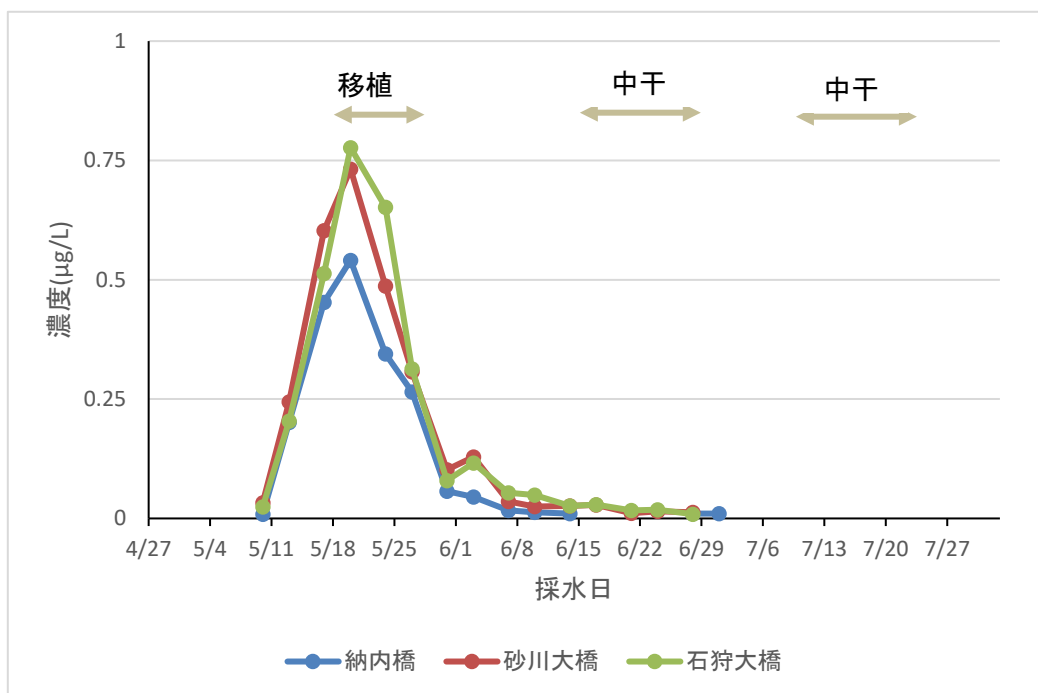


図 6-3-3 河川水中における農薬成分の消長：プレチラクロール

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は考慮しなかった。

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

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。この値は、国土交通省北海道開発局札幌開発建設部から提供された 2019 年の水位-流量曲線に、採水時に最も近い正時に観測された水位(暫定値:水門水質データベースにおける公表値)を当てはめて算出した推計値である。観測所が閉局されていた時の流量は、閉局前後の水位変化が一定であると仮定して算出した。なお、この推計値は調査担当者が算出したものであり、データ提供機関はその責任を負わない(以後の流量データも同様)。

表 6-5 に、石狩大橋における観測濃度と推定流量から算出した、調査地域における農薬成分の推定流出量を示す。

表 6-5 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(t/流域)	流出量(t/流域)	流出率※(%)
クミルロン	石狩川	5.8	2.1	37
ブロモブチド	石狩川	9.2	1.3	14
プレチラクロール	石狩川	3.8	1.0	26

※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

6-4 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

ア クミルロン

クミルロンの最高検出濃度は、最も下流にある石狩大橋で観測され、1.71 µg/L (5月24日)であった。その他の評価地点における最高濃度は納内橋で0.561 µg/L (5月20日)、砂川大橋で0.940 µg/L (5月20日)であり、3地点とも最高検出濃度は同じ時期に観測された。これらの濃度は水産基準である90 µg/Lよりも十分に低かった。また、年間平均濃度は0.035 ~ 0.081 µg/Lであり、水濁基準である0.02 mg/Lよりも十分に低かった。

イ ブロモブチド

ブロモブチドの最高検出濃度は、砂川大橋で観測され、1.96 µg/L (6月3日)であった。その他の評価地点における最高濃度は納内橋で0.736 µg/L (6月3日)、石狩大橋で1.24 µg/L (6月3日)であり、3地点とも最高検出濃度は同じ日に観測された。これらの濃度は水産基準である470 µg/Lよりも十分に低かった。また、年間平均濃度は0.044 ~ 0.109 µg/Lであり、水濁基準である0.1 mg/Lよりも十分に低かった。ブロモブチドは、クミルロン及びプレチラクロールよりも流出期間が長かった。これは、北海道内で販売が確認されたブロモブチドを含む商品が多数あったものの、1%以上の普及率を示す商品が少なかったことに加え、最も早く使用される商品は移植時及び移植当日から15日間に使用されるのに対し、最も遅く使用されるものは移植後5日から20日間に使用されるなど、それぞれの使用期間が異なっていたことから、流出期間が長かったと考えられる。

ウ プレチラクロール

プレチラクロール最高検出濃度は、最も下流にある石狩大橋で観測され、0.777 $\mu\text{g/L}$ (5月20日)であった。その他の評価地点における最高濃度は、納内橋で0.541 $\mu\text{g/L}$ (5月20日)、砂川大橋で0.762 $\mu\text{g/L}$ (5月20日)であり、3地点とも最高検出濃度は同じ日に観測された。これらの濃度は水産基準である2.9 $\mu\text{g/L}$ よりも十分に低かった。また、年間平均濃度は0.023 ~ 0.031 $\mu\text{g/L}$ であり、水濁基準である0.047 mg/L よりも十分に低かった。

3) 降水と農薬流出量及び河川流量について

各調査地点における降水と農薬の流出量について考察する。図6-4-1～図6-4-3に各調査地点における採水日の農薬流出量と、その上流で最も水稻作付面積が大きい地域近傍の降水量及び調査地点における河川流量を示す。いずれの地点においても、クミルロンとプレチラクロールは、最高検出濃度観測日とは異なる5月17日に最大流出量を観測した。これら地域では、5月16日から17日にかけてまとまった降水があり、5月17日の河川流量は次の採水日である5月20日の流量の2倍以上であったため、これらの物質は5月16日からの降水により多量に流出したものの、降水による増水のため希釈されたと考えられる。一方プロモブチドの最大流出量は、納内橋と砂川大橋では6月3日、石狩大橋では6月7日に観測され、最高検出濃度観測日であった。これらの地点の上流では、5月末から6月4日にかけて降水は観測されていなかったため、降水による流出の可能性は低いと考えられる。

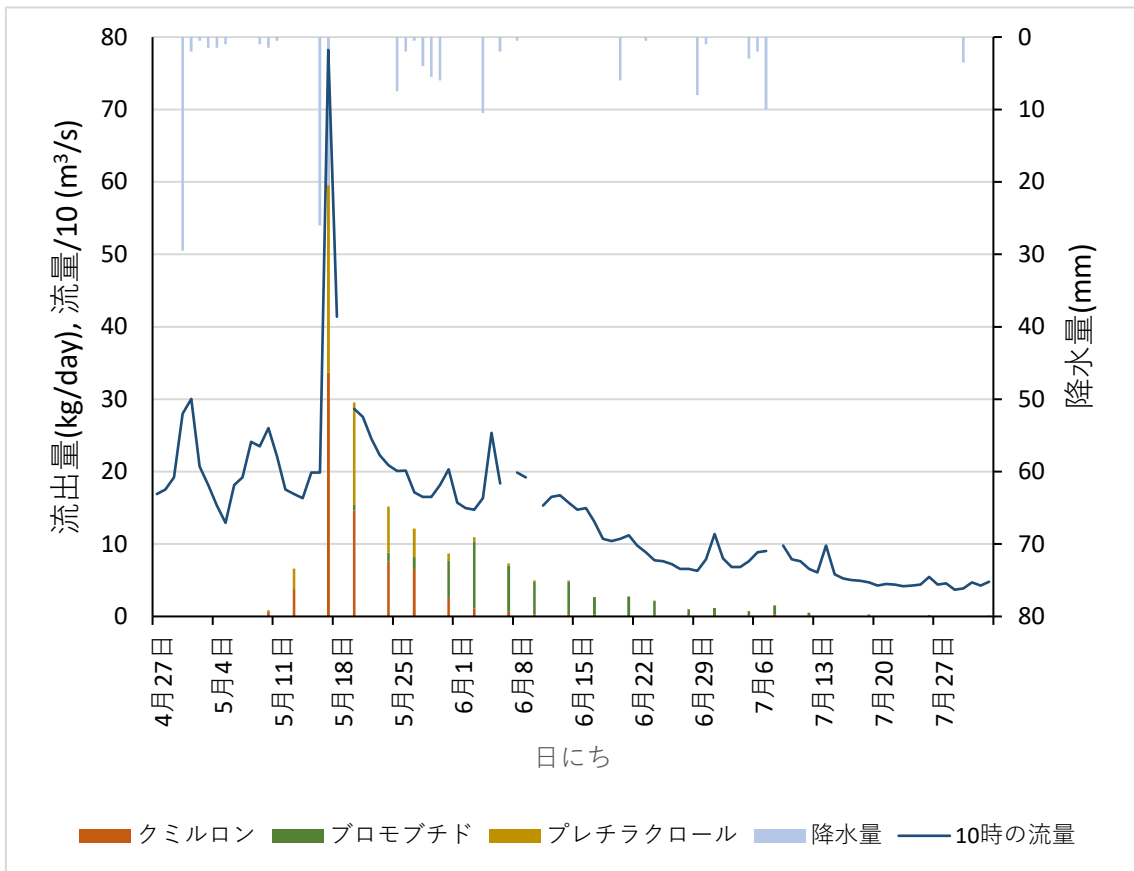


図 6-4-1 納内橋における農薬流出量、河川流量及び上流にある旭川で観測された降水量

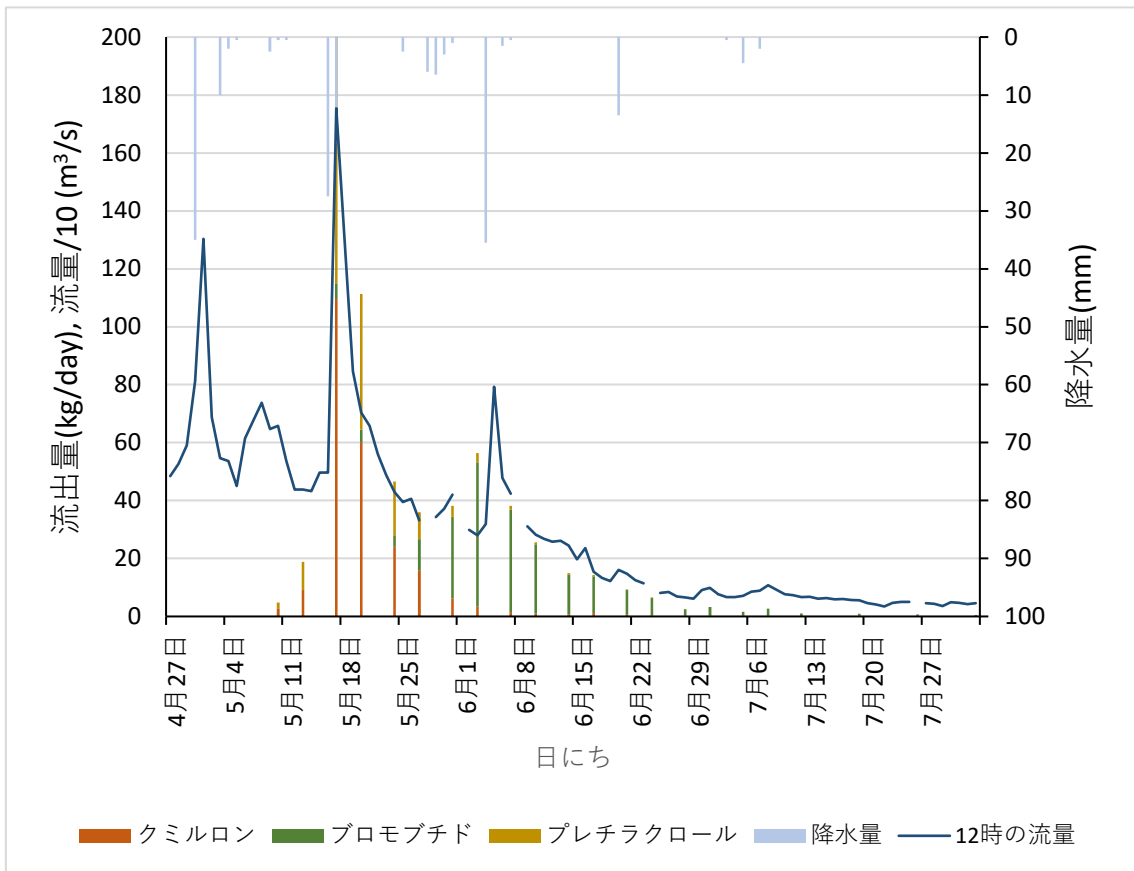


図 6-4-2 砂川大橋における農薬流出量、河川流量及び上流にある深川で観測された降水量

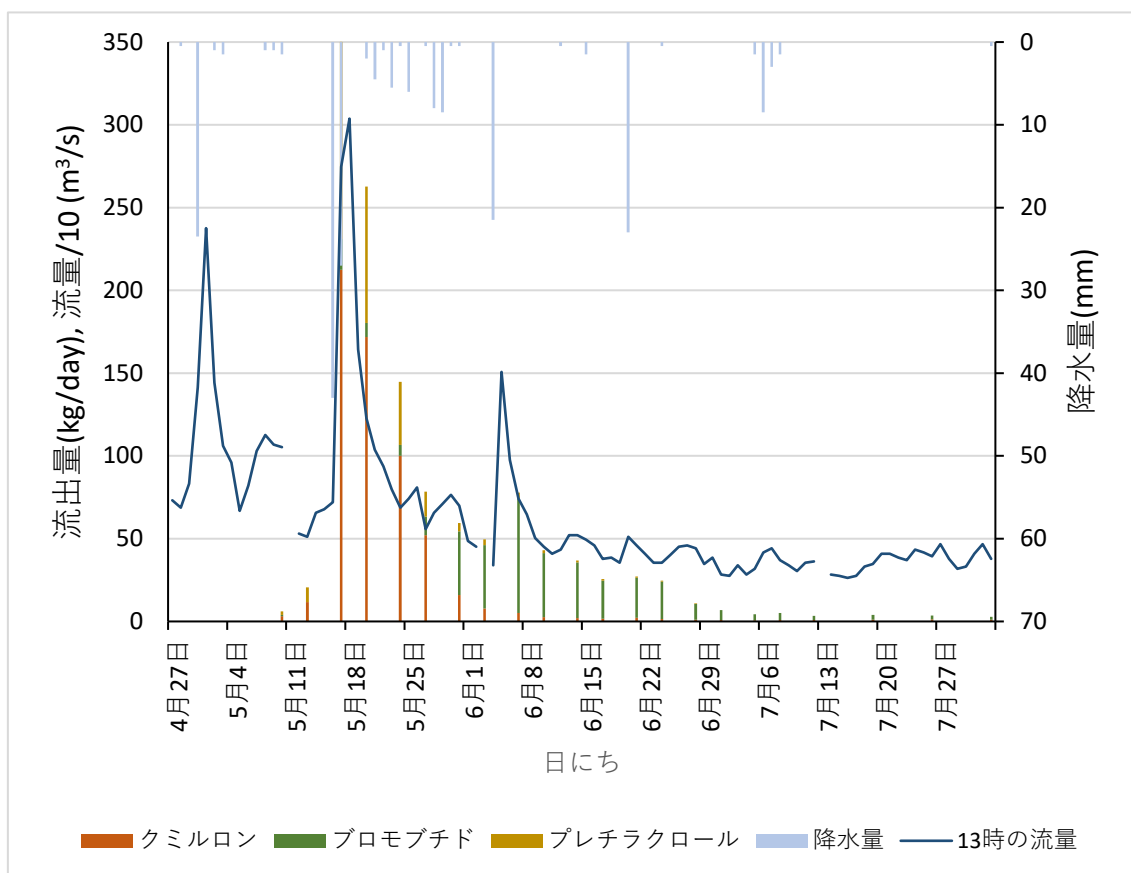


図 6-4-3 石狩大橋における農薬流出量、河川流量及び上流にある岩見沢で観測された降水量

4) 水稻の生育状況について

調査対象流域は図 6-5 に示すとおり、空知総合振興局、上川総合振興局及び石狩振興局にまたがっており、南北約 140 km (調査地域の最も南に位置する千歳市の市役所から最も北に位置する幌加内町役場までの距離を、国土地理院 測量計算サイト <https://vldb.gsi.go.jp/sokuchi/surveycalc/surveycalc/bl2stf.html> で計算) にわたっているため、水稻の生育状況が異なる可能性がある。調査地域内でも特に水稻の主要生産地である、空知総合振興局及び上川総合振興局の産業振興部農務課が公表している「農作物の生育状況」によると、移植から出穂始めまでほぼ同じ生育状況であった。そのため、調査対象地点における農薬の流出期はほぼ同じであったと考えられる。

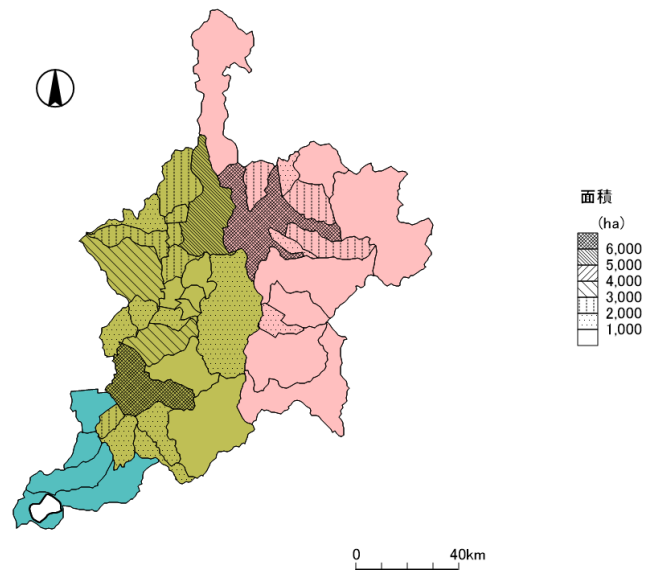


図 6-5 調査対象地域の振興局区分と各市町村の作付面積
MANDARA10 を用いて作成

ピンク色は上川総合振興局、黄緑色は空知総合振興局、青色は石狩総合振興局

5) 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 6-6 に示す。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 6-6 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 km²あたりの水田面積はモデルの 100 ~ 105%、100 km²あたりの平水流量はモデルの 100 ~ 140%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 6-6 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 ² あたりの水田面積 (ha/100 km ²)	500	522	507	525
100 km ² あたりの平水流量* (m ³ /s/100 km ²)	3	4.3	3.1	3.5

*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、プロモブチド及び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。ここでは、北海道内の普及率が1%以上のものについて示す。調査対象農薬の使用割合は式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)

(ア) クミルロン

北海道内では、クミルロンが含まれている商品は3種類販売されていることを確認した(農薬要覧2020)。これらの合計普及率は約7.8%であった。個々の商品については、普及率が1%を超えるものは2種類で、それぞれの普及率は3.5及び3.6%であり、合計7.1%であった。これら2種類の単回の農薬散布量は750及び1496 g/haで、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。

表 6-7-1 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
		平均：約 1200	
止水期間	3 日	7 日	
普及率(%)	10	3.5	3.6
使用率(%)		61	32
濃度 (μ g/L)	1.9 (水田 Tier 2)	納内橋：0.561 砂川大橋：0.940 石狩大橋：1.71	

*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

(イ) ブロモブチド

北海道内では、ブロモブチドが含まれている商品で、販売量が 0 t (または kL) を超えるものは 23 種類販売されていることを確認した (農薬要覧 2020)。これらの合計普及率は約 15%であった。個々の商品については、普及率が 1%を超えるものは 4 種類で、それぞれの普及率は 1.1 ~ 3.0%であり、合計 8.1%であった。これら 4 種類を含めた 23 種類全ての単回の農薬散布量は 880 ~ 945 g/ha であり、調査流域内のブロモブチドの単回の平均散布量は 900 g/ha 程度であった。この値は、標準的シナリオの 60%であった。

表 6-7-2 ブロモブチドの水域 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			
		18%フロアブル (比重 1.05)	16.3%フロアブル (比重 1.08)	9% 1kg 粒剤	16.8%フロアブル (比重 1.07)
剤型*	5.0%粒剤	18%フロアブル (比重 1.05)	16.3%フロアブル (比重 1.08)	9% 1kg 粒剤	16.8%フロアブル (比重 1.07)
地上防除/航空防除	地上	地上 航空も可	地上	地上 航空も可	地上 航空も可
適応作物	水稻	水稻			
施用方法	②	①、③、 ④、⑤	①、③	②、④、⑤	①、③、 ④、⑤
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	1 倍	1 倍
単回の農薬散布量（有効成分 g/ha）	1500	945	880	900	900
		平均：約 900			
止水期間	3 日	7 日			
普及率(%)	10	3.0	2.7	1.3	1.1
使用率(%)		20	18	8.6	7.2
濃度（ $\mu\text{g/L}$ ）	23 (水田 Tier 1)	納内橋：0.736 砂川大橋：1.96 石狩大橋：1.24			

*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、④移植時同時散布、⑤無人ヘリコプター

(ウ) プレチラクロール

北海道内では、プレチラクロールが含まれている商品で、販売量が 0 t または 0 kL を超えるものは 6 種類販売されていることを確認した（農薬要覧 2020）。これらの合計普及率は約 18%であった。個々の商品については、普及率が 1%を超えるものは 5 種類で、それぞれの普及率は 1.2 ~ 10%であった。これら 5 種類の単回の農薬散布量は 272.5 及び 450 g/ha で、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

330 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%であった。

表 6-7-3 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				
		5%フロアブル剤 (比重*1.09)	3%フロアブル剤 (比重1.1)	4%粒剤	15%ジャンボ剤	1.5%粒剤
剤型*	12.5%水和剤	5%フロアブル剤 (比重*1.09)	3%フロアブル剤 (比重1.1)	4%粒剤	15%ジャンボ剤	1.5%粒剤
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、③	②、④	②	②
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
単回の農薬散布量 (有効成分 g/ha)	625	272.5	330	400	450	430
		平均：約 330				
止水期間	3 日	7 日				
普及率(%)	10	10	2.6	2.0	1.5	1.2
使用率(%)		48	15	13	12	9.1
濃度 (μ g/L)	1.1 (水田 Tier 2)	納内橋：0.561 砂川大橋：0.940 石狩大橋：1.71				

*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