

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。調査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 6-1-1 と図 6-1-2 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

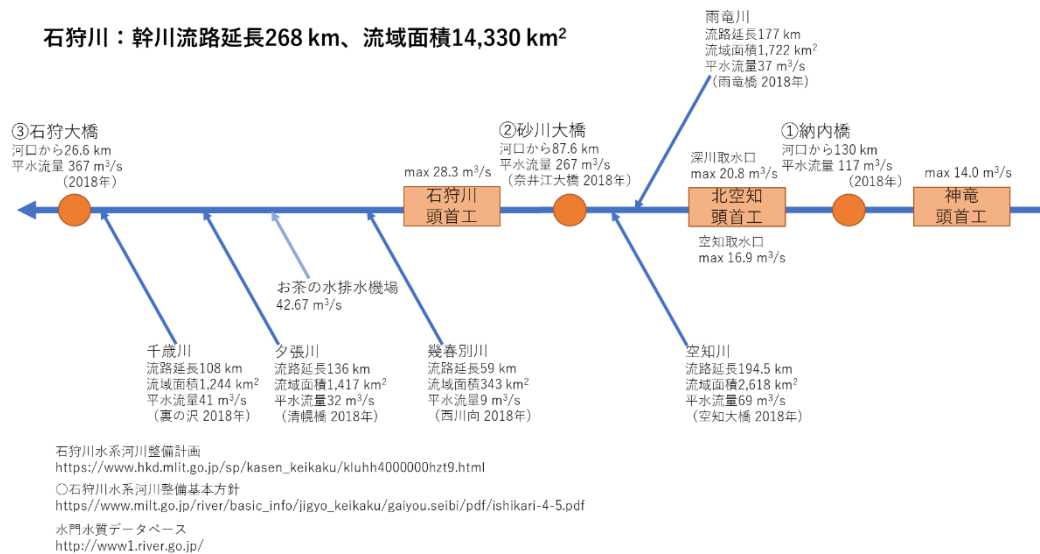


図 6-1-1 調査地点の模式図

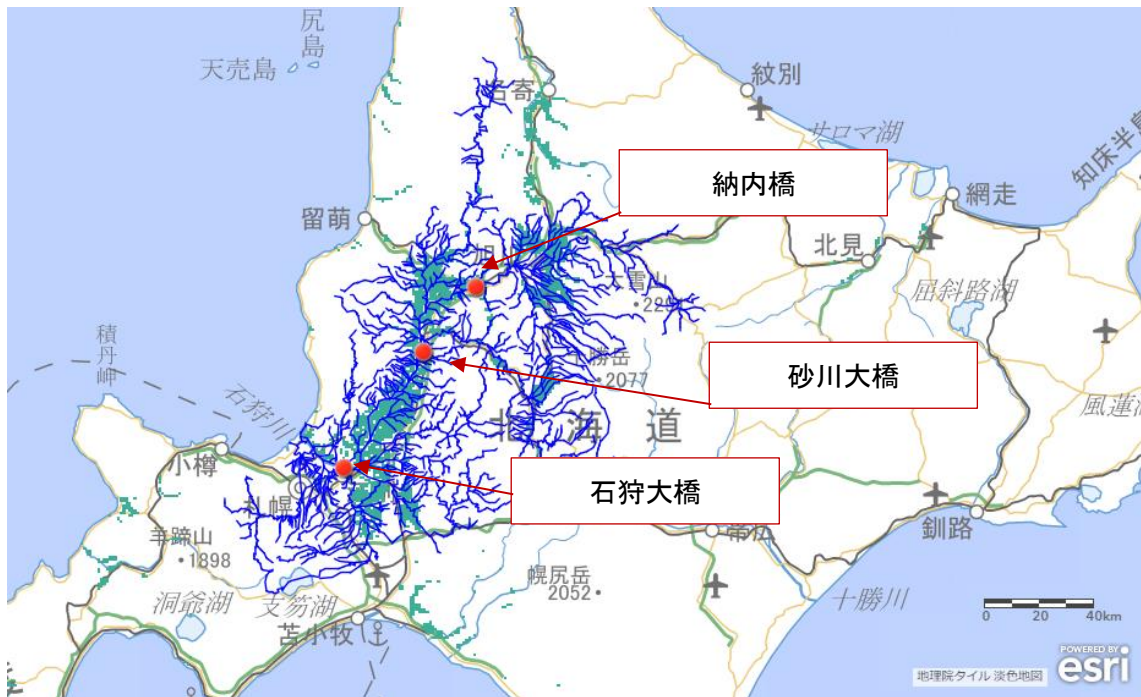


図 6-1-2 調査地点の平面図

ArcGIS Pro で作成

図中、青線は石狩川水系、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	2.15	5/20 石狩大橋
ブロモブチド	< 0.008	2.70	6/9 砂川大橋
プレチラクロール	< 0.008	0.879	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 6-2-1～図 6-2-3 に示す。農薬使用時期等については、生育状況の把握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を参考にし、中干しについては北海道農政部が毎月公表している「営農技術対策」を参考にした。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25日		< 0.008	< 0.008	< 0.008
5月9日		0.009	0.026	0.017
5月12日		0.201	0.145	0.135
5月16日	↑ 移植 ↓	0.661	0.527	0.586
5月18日		0.697	0.825	1.40
5月20日		0.783	1.12	2.15
5月23日		0.639	0.815	1.48
5月26日		0.550	0.517	0.525
5月30日		0.298	0.271	0.421
6月2日		0.075	0.173	0.181
6月6日		0.051	0.123	0.116
6月9日		0.068	0.099	0.084
6月13日	↑ 中干し 1) ↓	0.040	0.070	0.061
6月16日		0.031	0.045	0.053
6月20日		0.014	0.043	0.044
6月23日		0.012	0.036	0.036
6月27日		0.022	0.027	0.008
6月30日		< 0.008	< 0.008	0.010
7月4日	↑ 中干し 2) ↓	< 0.008	0.015	0.026
7月7日		0.013	0.021	0.023
7月11日		0.013	0.024	0.032
7月19日		0.012	0.018	0.028
8月1日			0.010	0.021
年間平均濃度		0.039	0.053	0.072

1) 土壌還元対策として幼穂形成期前に実施

2) 根の活力を向上させるため冷害危険期終了後出穂直前まで実施

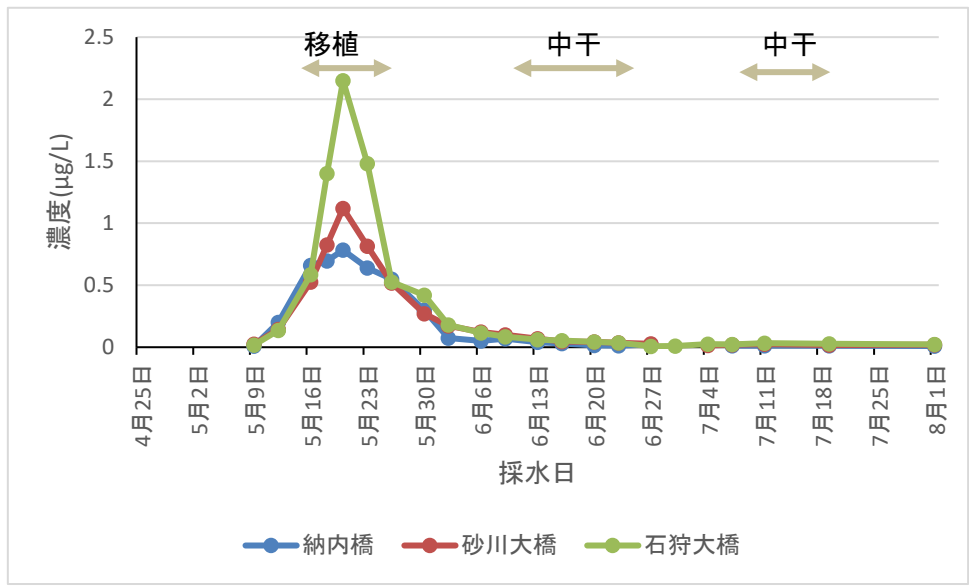


図 6-2-1 河川水中における農薬成分の消長：クミルロン

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25日		< 0.008	< 0.008	< 0.008
5月9日		< 0.008	< 0.008	< 0.008
5月12日		< 0.008	< 0.008	< 0.008
5月16日	↑ 移植	< 0.008	0.035	0.027
5月18日		0.018	0.129	0.055
5月20日	↓	0.080	0.178	0.129
5月23日		0.219	0.294	0.303
5月26日		0.347	0.693	0.528
5月30日		0.359	0.427	0.239
6月2日		0.663	0.864	0.526
6月6日		0.797	2.37	1.49
6月9日		1.23	2.70	1.56
6月13日	↑ 中干し ¹⁾	0.868	1.72	1.40
6月16日		0.510	1.04	1.20
6月20日	↓	0.324	0.732	0.789
6月23日		0.278	0.517	0.593
6月27日		0.288	0.420	0.158
6月30日		0.086	0.149	0.148
7月4日	↑ 中干し ²⁾	0.010	0.100	0.135
7月7日		0.060	0.108	0.120
7月11日	↓	0.056	0.108	0.122
7月19日		0.040	0.061	0.073
8月1日		0.019	0.047	0.043
年間平均濃度		0.069	0.148	0.117

1) 土壌還元対策として幼穂形成期前に実施

2) 根の活力を向上させるため冷害危険期終了後出穂直前まで実施

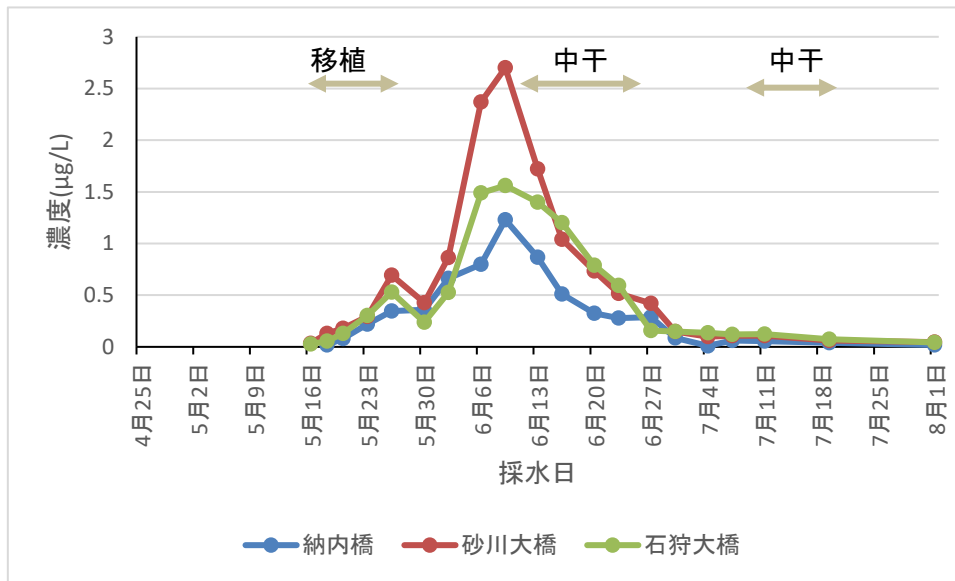


図 6-2-2 河川水中における農薬成分の消長：ブロモブチド

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25日		< 0.008	< 0.008	< 0.008
5月9日		< 0.008	< 0.008	< 0.008
5月12日		0.114	0.07	0.083
5月16日	↑ 移植	0.411	0.385	0.306
5月18日		0.712	0.689	0.631
5月20日		0.584	0.711	0.879
5月23日	↓	0.441	0.381	0.651
5月26日		0.391	0.552	0.676
5月30日		0.073	0.155	0.181
6月2日		0.018	0.049	0.107
6月6日		< 0.008	0.029	0.04
6月9日		0.016	0.022	0.022
6月13日	↑	0.014	0.022	0.021
6月16日		中干し ¹⁾	< 0.008	< 0.008
6月20日		< 0.008	< 0.008	0.008
6月23日	↓	< 0.008	< 0.008	< 0.008
6月27日		< 0.008	< 0.008	< 0.008
6月30日		< 0.008	< 0.008	< 0.008
7月4日	↑	< 0.008	< 0.008	< 0.008
7月7日		中干し ²⁾	< 0.008	< 0.008
7月11日		< 0.008	< 0.008	< 0.008
7月19日	↓	< 0.008	< 0.008	< 0.008
8月1日		< 0.008	< 0.008	< 0.008
年間平均濃度		0.025	0.028	0.033

1) 土壌還元対策として幼穂形成期前に実施

2) 根の活力を向上させるため冷害危険期終了後出穂直前まで実施

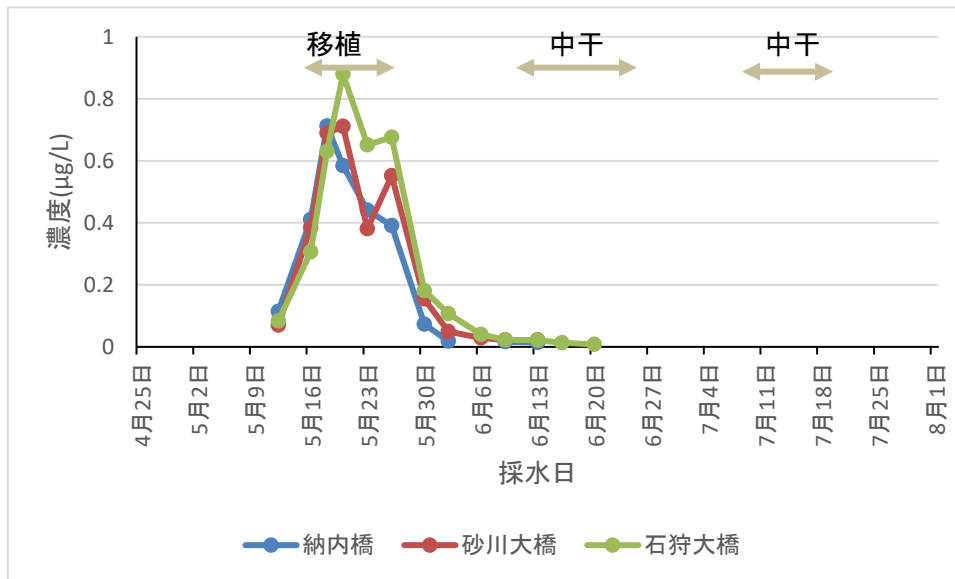


図 6-2-3 河川水中における農薬成分の消長：プレチラクロール

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2020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	5.5	0.93	17
ブロモブチド	石狩川	13	1.2	9.2
プレチラクロール	石狩川	5.2	0.43	8.3

※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 Empore EZ カートリッジ PR-1 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。

昨年度まで使用していた Waters Sep-Pak Plus PS-2 と比較すると、回収率が低いものの、ばらつきは小さかった。

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、2.15 µg/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0.783 µg/L (5月20日)、砂川大橋で1.12 µg/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90 µg/Lよりも十分に低かった。また、年間平均濃度は0.039 ~ 0.072 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、2.70 µg/L (6月9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1.23 µg/L (6月9日)、石狩大橋で1.56 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0.069 ~ 0.148 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、0.879 $\mu\text{g/L}$ (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0.712 $\mu\text{g/L}$ (5月18日)、砂川大橋で0.711 $\mu\text{g/L}$ (5月20日)であり、3地点とも最高検出濃度は同じ時期に観測された。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0.024 ~ 0.033 $\mu\text{g/L}$ 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6-3-1~図6-3-3に各調査地点における採水日の農薬流出量と、その上流で最も水稲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。表6-3に示すとおり、いずれの地点、対象物質においても、最高検出濃度観測日と最大流出量観測日が異なっていた。また、降水量、河川流量と農薬流出量の間には明確な関連は見られなかった。

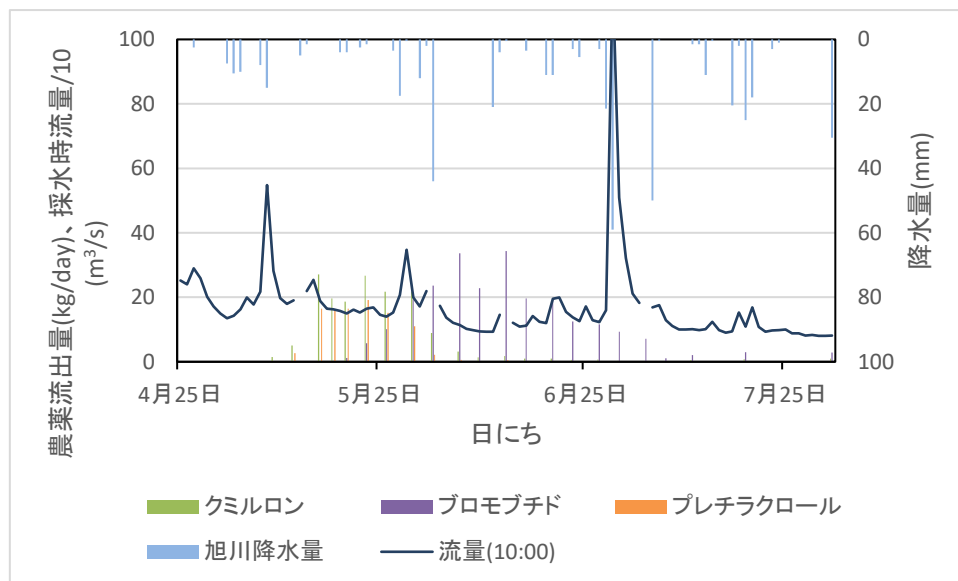


図 6-3-1 納内橋における河川流量、農薬成分の流出量及び上流の降水量

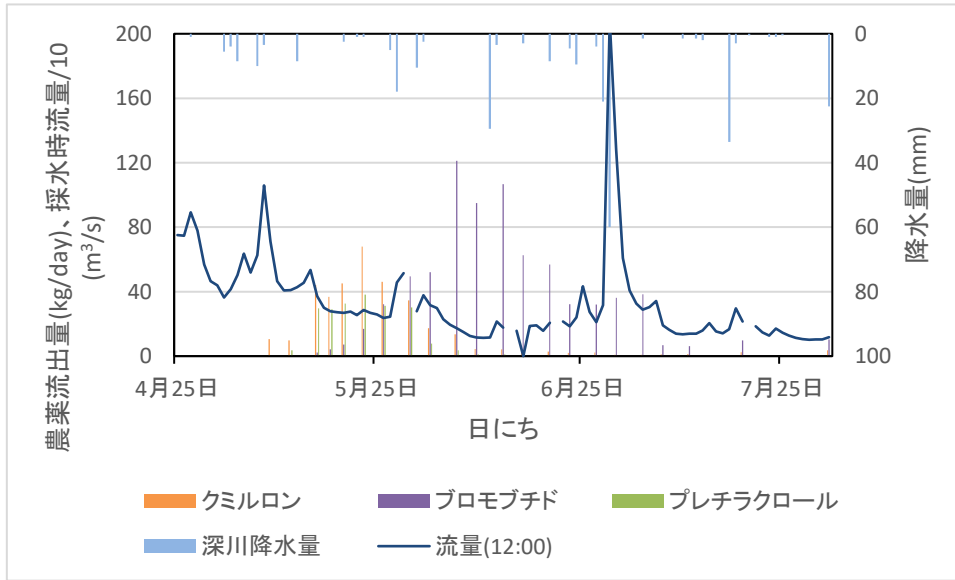


図 6-3-2 砂川大橋における河川流量、農薬成分の流出量及び上流の降水量

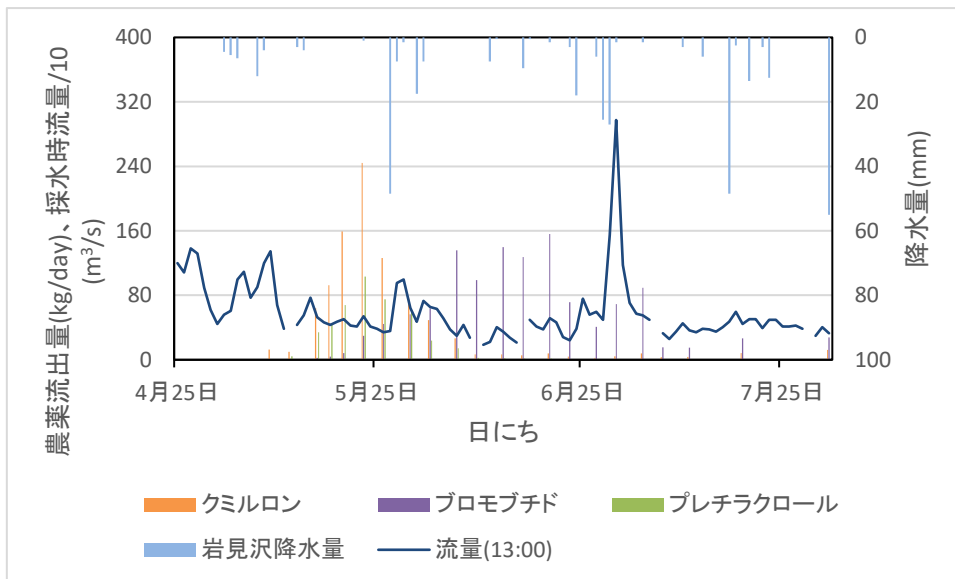


図 6-3-3 石狩大橋における河川流量、農薬成分の流出量及び上流の降水量

表 6-6 各調査地点における農薬成分の最大濃度と最大流出量の観測日

調査地点	農薬成分	最大濃度と観測日	最大流出量と観測日
納内橋	クミルロン	0.783 µg/L, 5/20	27 kg/day, 5/16
	プロモブチド	1.23 µg/L, 6/9	34 kg/day, 6/13
	プレチラクロール	0.712 µg/L, 5/18	19 kg/day, 5/23
砂川大橋	クミルロン	1.12 µg/L, 5/20	68 kg/day, 5/23
	プロモブチド	2.70 µg/L, 6/9	121 kg/day, 6/6
	プレチラクロール	0.711 µg/L, 5/20	38 kg/day, 5/23
石狩大橋	クミルロン	2.15 µg/L, 5/20	244 kg/day, 5/23
	プロモブチド	1.56 µg/L, 6/9	156 kg/day, 6/20
	プレチラクロール	0.879 µg/L, 5/20	103 kg/day, 5/23

4) 水稻の生育状況について

調査対象流域は図 6-4 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。

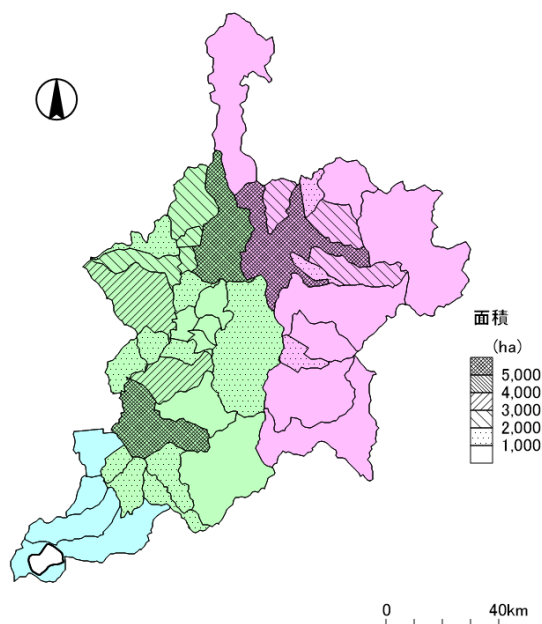


図 6-4 調査対象地域の振興局区分と各市町村の作付面積
MANDARA10 を用いて作成

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 6-7 に示す。各調査地点のパラメータは、表 6-7 中の平水流量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 6-7 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 98 ~ 100%、100 km²あたりの平水流量はモデルの 90 ~ 133%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 6-7 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	500	490	492
100 km ² あたりの平水流量* (m ³ /s/100 km ²)	3	4.0	2.7	3.9

*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)

(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 2021）。これらの合計普及率は約 10%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 5.8 及び 4.1%であり、合計 9.9%であった。これら 2 種類の単回の農薬散布量は 900 及び 750 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 790 g/ha であった。この値はいずれも標準的シナリオの約 33%であった。

表 6-8-1 クミルロンの水域 PEC (Tier 2) 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	900	750
		平均：約 840	
止水期間	3 日	7 日	
普及率(%)	10	5.8	4.1
使用率(%)		59	35
濃度 ($\mu\text{g/L}$)	1.9 (水田 Tier 2)	石狩大橋：2.15	

*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 39 種類販売されていることを確認した (農薬要覧 2021)。これらの合計普及率は約 23%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 6 種類で、それぞれの普及率は 1.2 ~ 9.2%であり、合計 18%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 6-8-2 ブロモブチドの水域 PEC (Tier 1) 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					
		16.8%フロ アブル剤 (比重 1. 07)	9.0% 1kg 粒剤	22.5%ジ ャンボ剤	18.0%フ ロアブル 剤 (比重 1.05)	9.0% 1k g 粒剤 75	16.3%フ ロアブル 剤 (比重 1.08)
剤型*	5.0%粒剤						
地上防除/航 空防除	地上	地上					
適応作物	水稻	水稻					
施用方法	②	①、③	②、④、 ⑤	②	①、③、 ④、⑤	②、④、 ⑤	①、③、 ④
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	1 倍	1 倍
単回の農薬 散布量 (有 効成分 g/ha)	1500	900	900	900	945	900	880
		平均：約 900					
止水期間	3 日	7 日					
普及率 (%)	10	9.2	2.3	2.0	1.7	1.2	1.9
使用率 (%)		40	10	8.8	7.6	5.1	8.0
濃度 (μ g/L)	23 (水田 Tier 1)	石狩大橋：1.56					

*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 8 種類販売されていることを確認した (農薬要覧 2021)。これらの合計普及率は約 25%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 6 種類で、それぞれの普及率は 1.0 ~ 11%であった。これら 5 種類の単回の農薬散布量は 272.5 g/ha ~ 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 340 g/ha であった。この値は標準的シナリオの約 50%であった。

表 6-8-3 プレチラクロールの水域 PEC (Tier 2) 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					
		12.0%乳剤 (比重*0.0986)	15%ジャンボ剤	4.0%粒剤	5.0%フロアブル剤 (比重1.09)	1.5%粒剤 15	3%フロアブル剤 (比重1.1)
剤型*	12.5%水和剤						
地上防除/ 航空防除	地上	地上					
適応作物	水稻	水稻					
施用方法	①	①	②	②、④	①	②	①、③
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	354.96	450	400	272.5	450	330
		平均：約 340					
止水期間	3 日	7 日					
普及率(%)	10	6.6	1.6	1.6	11	1.0	2.6
使用率(%)		27	8.4	7.2	34	5.4	9.8
濃度 ($\mu\text{g/L}$)	1.1 (水田 Tier 2)	石狩大橋：0.879					

*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