

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

表 6-1 調査対象農薬

農薬成分	商品名	備考
プレチラクロール	ソルネット 1 キロ粒剤 ユニハーブフロアブル ウリホス 1 キロ粒剤 ウリホス粒剤 15 エリジャンジャンボ	水稲用除草剤(土壌処理剤・初期一発剤)
フェントエート	エルサン乳剤 エルサン粉剤 3DL エルサン粉剤 2DL	小麦用殺虫剤 水稲用殺虫剤 豆用殺虫剤

6-2 調査対象河川と地域概要

1) 河川名

当別川 中・下流域（石狩川水系、川下における 2014 年平水流量 5.96 m³/s ）
（国土交通省水文水質データベースより引用）

2) 流域面積

309.5 km²（北海道札幌建設管理部 HP より引用）

3) 観測点

調査地点は、調査地区内の排水が流入する当別川の上流および下流である。

表 6-2 観測点の概要

No.	地点名	区分	備考
①	青山橋	上流部観測点	⑤の約 18 km 上流
②	金沢橋	動態観測点	⑤の約 9 km 上流
③	材木川排水門	高濃度予想点	⑤の約 4.5 km 上流で合流する支流の河川。合流地点から数十 m の地点。排水機場の隣。
④	南 5 号新橋	動態観測点	⑤の約 2 km 上流
⑤	1 9 線橋	評価点	環境基準点

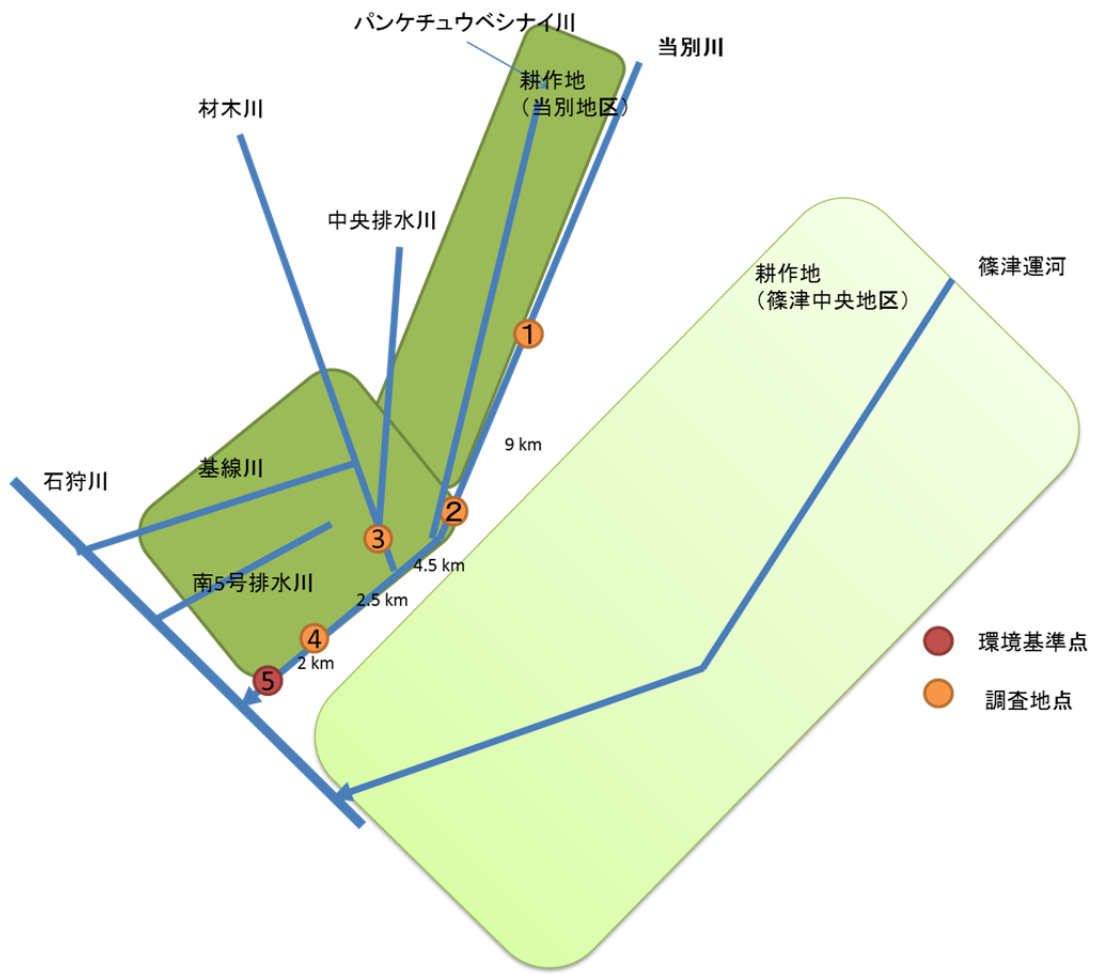


図 6-1 調査地点の模式図

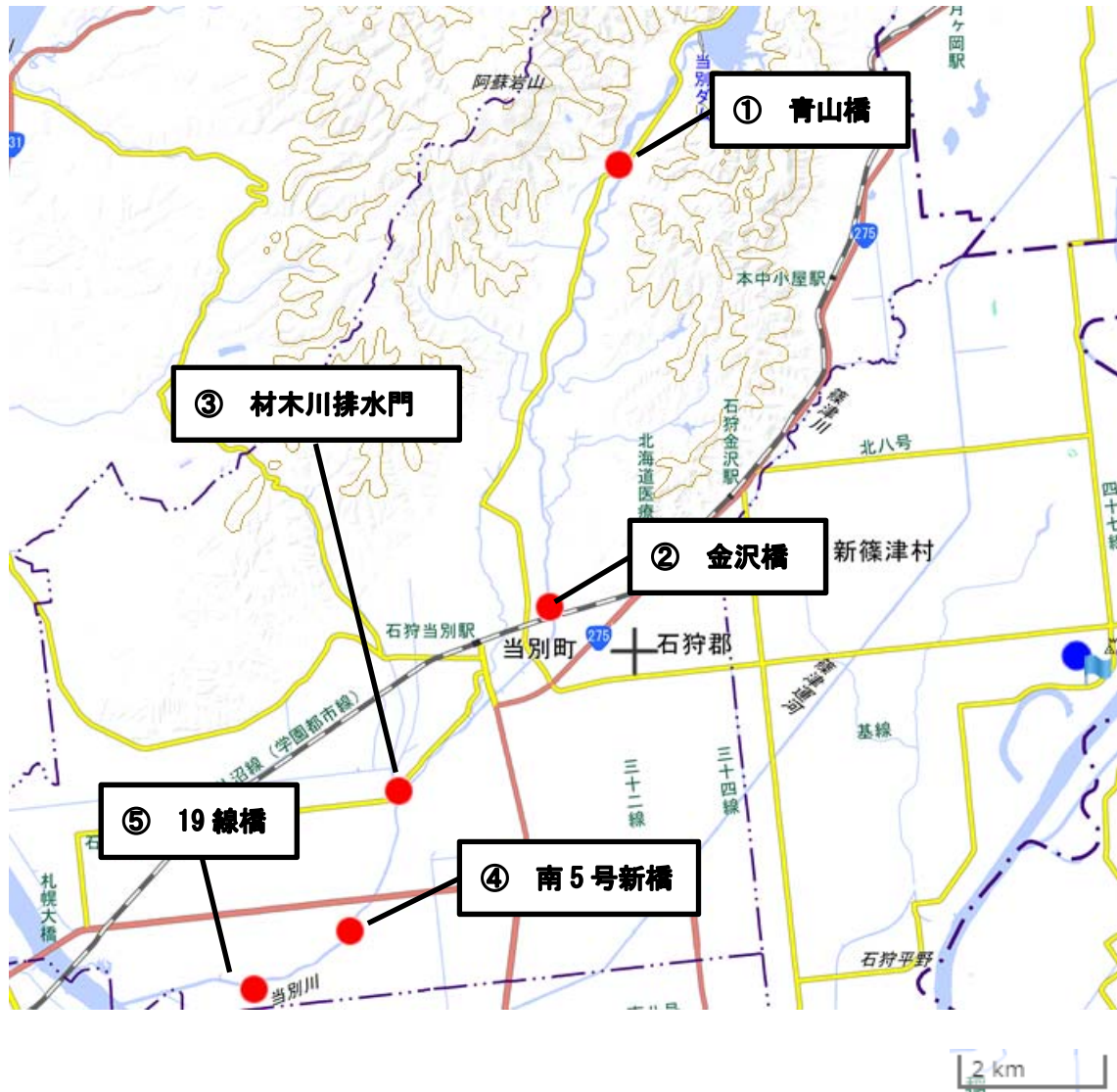


図 6-2 調査地点の平面図

地理院地図（電子国土 Web

<http://maps.gsi.go.jp/#12/43.220564/141.548538/&base=std&ls=std&disp=1&vs=c1j010u0f1> を基に作成)

6-3 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
プレチラクロール	< 0.001	0.657	評価点最大濃度 (平成 28 年 5 月 26 日)
		0.767	流域最大濃度 (平成 28 年 5 月 26 日) 南 5 号新橋 (動態観測点) において観測
フェントエート	< 0.005	0.058	流域最大濃度 (平成 28 年 8 月 15 日) 評価点において観測

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

水濁基準 0.047 mg/L、水濁 P E C 0.016 mg/L (Tier 1)

フェントエート：水産基準 0.077 $\mu\text{g/L}$ 、水産 P E C 0.069 $\mu\text{g/L}$ (Tier 1)、

水濁基準 なし

表 6-4-1 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	調査地点				
		① 青山 橋	②金沢橋	③材木川 排水門	④南5号 新橋	⑤19線橋
5/12		< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
5/16	一部で移植	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.014
5/19		< 0.001	0.190	0.103	0.071	0.067
5/23	農薬使用最盛期	< 0.001	0.111	0.574	0.164	0.252
5/26		< 0.001	0.383	0.623	0.767	0.657
5/30		< 0.001	0.155	0.721	0.455	0.421
6/2	95%移植	< 0.001	0.046	0.263	0.136	0.099
6/6		< 0.001	0.023	0.075	0.018	0.022
6/9		< 0.001	0.018	0.021	0.024	0.024
6/13		< 0.001	0.012	0.011	0.025	0.024
6/16	100%移植	< 0.001	0.023	0.005	0.012	0.013
6/20		< 0.001	0.009	0.014	0.008	0.009
6/23		< 0.001	0.002	0.013	0.004	0.004
6/27		< 0.001	0.001	0.017	0.004	0.004
6/30		< 0.001	0.004	0.004	0.002	0.002
7/4		< 0.001	< 0.001	0.001	< 0.001	< 0.001
7/7		< 0.001	< 0.001	0.002	< 0.001	< 0.001
7/11		< 0.001	< 0.001	0.001	< 0.001	< 0.001
7/14	幼穂形成	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.001	0.001
7/20		< 0.001	0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
7/25		< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
7/28		< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
8/1		< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
8/4		< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
8/8		< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
8/15		< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
8/22		< 0.001	—	0.011	—	< 0.001
8/25		< 0.001	< 0.001	0.019	0.001	0.001
8/29		< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
9/1		< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
9/6		< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.001
9/9		< 0.001	< 0.001	0.001	< 0.001	< 0.001
年間平均濃度		< 0.001	0.010	0.025	0.017	0.016

年間平均濃度は次式によって算出した。

$$M = \frac{\sum_{n=1}^{32} \left((C_n + C_{n+1}) \times \frac{T_{n \sim n+1}}{2} \right) + C_0 \times (365 - T_L)}{365}$$

ここで、 M は各調査地点における年間平均濃度 ($\mu\text{g/L}$)、 C_n は各調査地点における n 回目の試料採取時の濃度 ($\mu\text{g/L}$)、 $T_{n \sim n+1}$ は n 回目と $n+1$ 回目の試料採取の間隔 (日) である。調査期間中の定量下限値未満の濃度は、定量下限値の $1/2$ である $0.0005 \mu\text{g/L}$ とした。 C_0 は各調査地点における最終採水日における検出濃度で、定量下限値未満の場合には定量下限値の $1/2$ である $0.0005 \mu\text{g/L}$ 、定量値がある場合にはその値とした。 T_L は調査期間 (日) で、ここでは 120 日である。

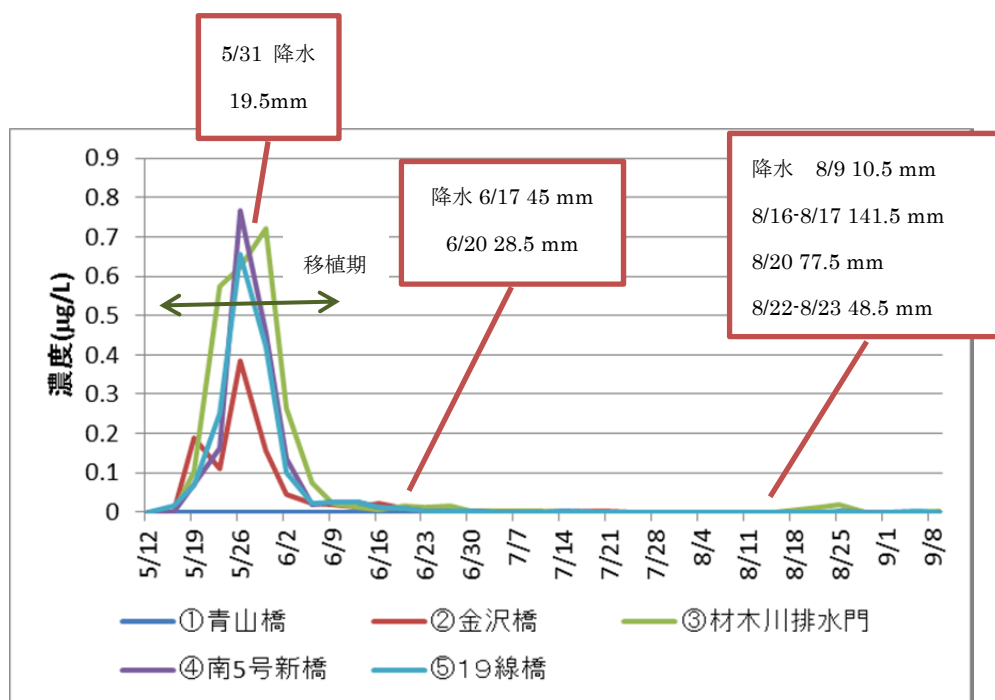


図 6-3-1 河川水中における農薬成分の消長：プレチラクロール

6-4-2 河川中における農薬成分の消長：フェントエート

採水日	農薬使用 時期等	調査地点				
		①青山 橋	②金沢橋	⑤材木川 排水門	③南5号 新橋	④19線橋
5/12		< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
5/16	秋まき小麦幼補形成 春まき小麦幼補形成 大豆 26%播種 春まき小麦農薬使用 期	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
5/19		< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
5/23		< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
5/26		< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
5/30		< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
6/2	秋まき小麦出穂 春まき小麦止葉 大豆・小豆 100%播種	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
6/6		< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
6/9		< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
6/13	小麦農薬使用期	< 0.005	< 0.005	0.009	< 0.005	< 0.005
6/16	秋まき小麦出穂 春まき小麦出穂 大豆・小豆出芽	< 0.005	< 0.005	0.016	0.006	0.007
6/20		< 0.005	< 0.005	0.019	0.010	0.011
6/23		< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
6/27		< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
6/30	秋まき小麦乳熟 春まき小麦乳熟 小豆出芽	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
7/4		< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
7/7		< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
7/11		< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
7/14	秋まき小麦乳熟 春まき小麦乳熟	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
7/20		< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
7/25		< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
7/28		< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
8/1	秋まき小麦成熟 40% 収穫 春まき小麦成熟 大豆・小豆開花	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
8/4	水稻、豆類農薬使用 期	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
8/8		< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005

8/15	小麦 100%収穫	< 0.005	< 0.005	< 0.005	0.049	0.058
8/22		< 0.005	—	< 0.005	—	< 0.005
8/25		< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
8/29		< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
9/1		< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
9/6		< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
9/9		< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
年間平均濃度		< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005

年間平均濃度は次式によって算出した。

$$M = \frac{\sum_{n=1}^{32} \left((C_n + C_{n+1}) \times \frac{T_{n \sim n+1}}{2} \right) + C_0 \times (365 - T_L)}{365}$$

ここで、 M は各調査地点における年間平均濃度 ($\mu\text{g/L}$)、 C_n は各調査地点における n 回目の試料採取時の濃度 ($\mu\text{g/L}$)、 $T_{n \sim n+1}$ は n 回目と $n+1$ 回目の試料採取の間隔 (日) である。調査期間中の定量下限値未満の濃度は、定量下限値の $1/2$ である $0.0025 \mu\text{g/L}$ とした。 C_0 は各調査地点における最終採水日における検出濃度で、定量下限値未満の場合には定量下限値の $1/2$ である $0.0025 \mu\text{g/L}$ 、定量値がある場合にはその値とした。 T_L は調査期間 (日) で、ここでは 120 日である。

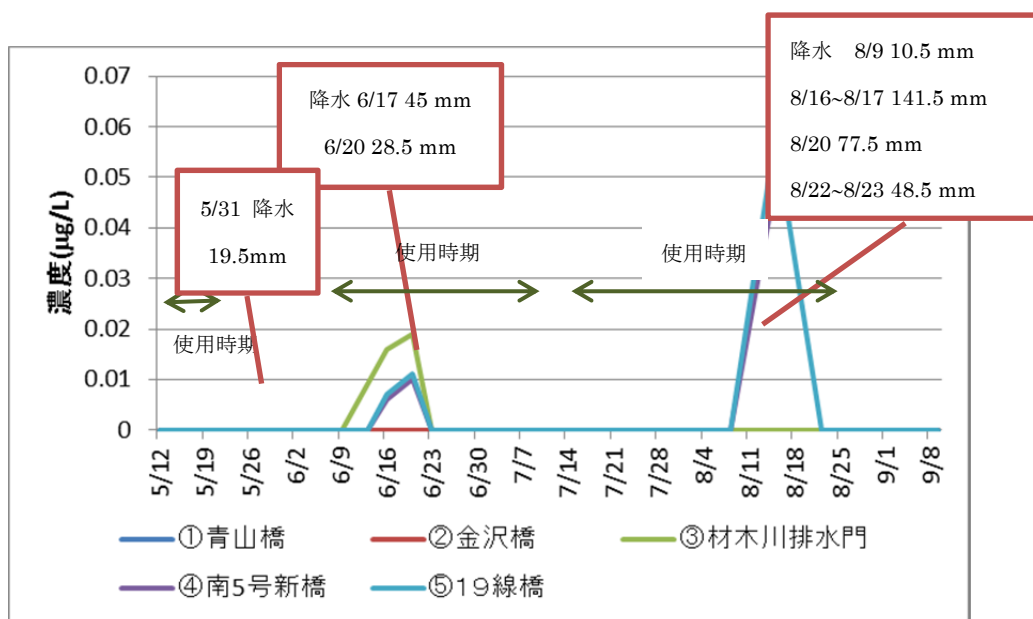


図 6-3-2 河川水中における農薬成分の消長：フェントエート

2) 調査地域における農薬成分の流出量の推定

各農薬の流出量を次のとおり算出した。

$$R_n = C_n \times Q_n$$

$$R_{total} = \sum_{n=1}^{32} \left(\frac{R_n + R_{n+1}}{2} \times T_{n \sim n+1} \right)$$

ここで、 R_n 、 C_n 及び Q_n は評価点である19線橋におけるn回目の試料採取時の流出量(mg/日)、濃度($\mu\text{g/L}$)、流量($\text{m}^3/\text{日}$)、 R_{total} は調査期間中の総流出量(mg)、 $T_{n \sim n+1}$ はn回目とn+1回目の試料採取の間隔(日)である。農薬が検出されなかったときの濃度はゼロとした。

調査期間中の総流出量を調査対象地域における農薬の使用量で除し、流出率を得た。農薬の使用量は北石狩農業協同組合が当別町内で販売した農薬の量を調査対象地域内における作付面積で案分して得た値を用いた。流出率は有効数字2桁で示した。

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* (g/流域)	流出量 (g/流域)	流出率※ (%)
プレチラクロール	当別川	56,900	2,486	4.4
フェントエート	当別川			
水稲に使用		13,150	291.8	2.2
小麦に使用		70,470	64.5	0.092

*使用量：当別町内における農薬成分使用量×調査地域作付面積/当別町内作付面積

※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

分析法について

固相抽出法—LC/MS/MS法で分析した。捕集材には Waters Sep-Pak tC18 long Cartridge (充てん量 900 mg) を用いた。

プレチラクロール及びフェントエートは添加回収試験及び保存安定試験ともに良好な結果を得た。

河川水中濃度について

(1) プレチラクロール

プレチラクロールは5月中旬から6月下旬にかけて検出され、その濃度は他の物質と比べ高濃度であった。これは、他の物質が畑作に使用されるのに対し、プレチラクロールは水田用の農薬であったため、排水を媒体として流出しやすいと考えられる。製

品により使用時期に若干違いがみられるものの、どの製品も初期剤あるいは初期一発剤に使用された。最高検出濃度は5月26日に南5号新橋において検出された0.767 µg/Lで、この濃度は水産基準値(2.9 µg/L)及び水産 PEC(1.1 µg/L)を大きく下回っていた。その他の地点の流出期についても、評価地点における検出期間と同じ時期に検出された。図6-5にプレチラクロール検出期間の降水量を示す。最高検出濃度が観測された5月26日の前日に4 mmの降水を観測しており、降水による流出と考えられる。

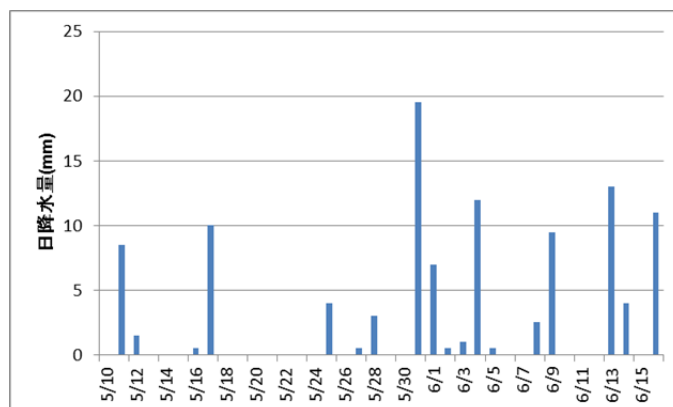


図6-4 プレチラクロール検出期の降水量

(2) フェントエート

フェントエートは6月の中旬に、材木川排水門と材木川合流地点よりも下流の2地点で検出され、8月15日には本流の下流2地点で検出された。聞き取り調査の結果、6月は小麦に対して、8月は水稲に対して使用されたものと考えられる。調査対象地区のうち、主に上流では水稲が、材木川周辺を含む下流では小麦が主要作物である。また、当別川に農業排水が流入しないものの、南岸においても田畑が広がっている。

(a) 6月中旬

6月中旬に材木川排水門において0.019 µg/Lを検出した。この時期に使用されたものは、エルサン乳剤であった。図6-6-1及び図6-6-2に検出時期の降水量と風配図を示す。この時期には連日まとまった雨が観測され、散布された農薬が降水により流出したと考えられる。さらに南寄りの風が卓越していたことから、ドリフトの影響を受けた可能性も考えられる。

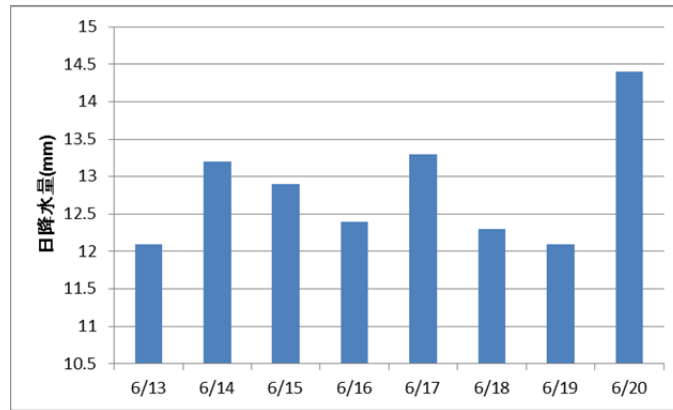


図 6-5-1 6月中旬のフェントエート検出期の降水量

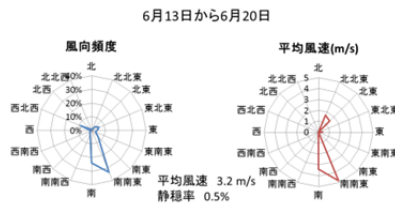


図 6-5-2 6月中旬のフェントエート検出期の風向と風速

(b) 8月中旬

8月15日に環境基準点である19線橋において、水田使用の水産PECの $0.032 \mu\text{g/L}$ を超える $0.058 \mu\text{g/L}$ のフェントエートが検出されている。この値は水産登録保留基準である $0.077 \mu\text{g/L}$ に近い値である。フェントエートはこの時期には当別川上流域では検出されておらず、また、材木川水門においても検出されていない。また、8月15日採水時前は、8月9日以降降水は観測されていない。これらのことから、この時は南5号新橋及び19線橋周辺で使用された農薬が検出されたと考えられる。8月10日から8月15日までの風配図を図6-7に示す。この時期は南南東からの風が卓越していたことから、ドリフトの影響を受けた可能性がある。なお、この時期は台風のため試料採取間隔が7日となり、他の時期と比較してフェントエートの正確な流出量が反映されていない可能性がある。

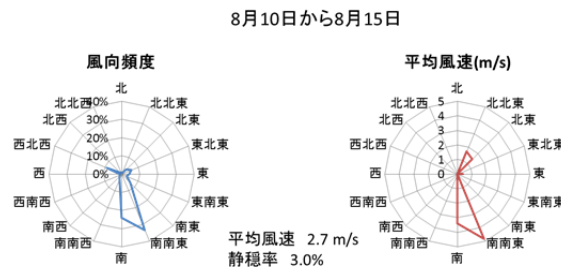


図 6-6 8月中旬のフェントエート検出期の風向と風速

流出率について

河川中から検出されたプレチラクロール及びフェントエートの流出率は、プレチラクロールで4.4%、フェントエートのうち小麦に使用されたエルサン乳剤の流出率は2.2%、水稲に使用されたエルサン粉剤3DLの流出率は0.092%であった。8月のフェントエートの検出時期の採水間隔は7日であるため、他の時期と比較して正確な流出率が反映されていない可能性がある。

水量について

当別川の比流量は2014年で $1.9 \text{ m}^3/\text{s}/100 \text{ km}^2$ （「6-3 調査対象河川と地域概要」に示した平水流量及び流域面積の値を用いて算出）、調査期間中の比流量は $2.9 \text{ m}^3/\text{s}/100 \text{ km}^2$ （表6-14に示した19線橋における調査期間の平水流量及び「6-3 調査対象河川と地域概要」に示した流域面積の値を用いて算出）であった。調査期間中の比流量は、水産PECのモデルで採用されている $3 \text{ m}^3/\text{s}/100 \text{ km}^2$ とほぼ同じ値であった。

農薬使用方法と対象物質の物性について

水産PEC算出の際のパラメータと本調査対象地域で使用されている農薬のうち、有効成分含有量から算出した使用割合が多い農薬の使用方法について検討する。ここでは、環境省から公表されている農薬登録保留基準についての評価書に記載されている値と比較する。

使用割合は次式から算出した。

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

ここで、Rは各製剤の使用割合(%)、Wは流域内で使用された各製剤に含まれている対象農薬成分量(kg)、total Wは流域内での対象農薬の総使用量(kg)である。ここでは、当別町全域を対象とした。

- ・プレチラクロール（水産PEC $1.1 \text{ }\mu\text{g}/\text{L}$ 、水濁PEC $0.016 \text{ mg}/\text{L}$ ）

この物質の最高濃度は、南5号新橋で観測された $0.767 \text{ }\mu\text{g}/\text{L}$ 、評価点における最高濃度は $0.657 \text{ }\mu\text{g}/\text{L}$ であり、それぞれ水産PECの70%及び60%であった。

当別川流域においては、様々な製剤が使用されており、プレチラクロール全体の普及率はモデルよりも高く15.9%であった。その一方で、単回の散布量はモデルの44~72%であることから、最高濃度が水産PECの60%程度であったのは、妥当であったと思われる。

表 6-6 プレチラクロールの水産 PEC 算出と調査地域のパラメータ

パラメータ	水産 PEC 算出	調査地域				
		1.5%粒剤	5%フロアブル 比重 1.09	4%粒剤	3%フロアブル 比重 1.1	3%粒剤
剤型	12.5%水和剤	1.5%粒剤	5%フロアブル 比重 1.09	4%粒剤	3%フロアブル 比重 1.1	3%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	原液湛水散布	湛水散布	原液湛水散布	湛水散布	原液湛水散布	湛水散布
農薬散布量	500 mL/10a	3 kg/10a	500 mL/10a	1 kg/10a	1 L/10 a	1 kg/10 a
単回の農薬散布量 (有効成分 g/ha)	625	450	272	400	330	300
普及率(%)	10	5.1	7.2	1.6	1.3	0.71
使用割合(%)	—	41.3	35.4	11.8	7.6	3.9

・フェントエート（水産 PEC 水田 0.038 µg/L、非水田 0.069 µg/L）

水田使用の場合

フェントエートを水田に使用した際の最高濃度は、評価点における 0.058 µg/L で、水田使用の水産 PEC である 0.038 µg/L を超過していた。当別川流域においては 3%DL 粉剤が使用されており、普及率は 1.43%であった。単回の農薬散布量はほぼ同じであったものの、水産 PEC のシナリオでは 50%乳剤の散布後に、水を媒体にした河川への流入を設定しているのに対し、本調査においては DL 粉剤が使用されており、また、風による飛散も考えられ、これらの要因により PEC よりも濃度が高くなったと考えられる。また、前述のとおり、この時期の試料採取間隔は 7 日であったため、他の時期と比較して正確な流出率が反映されていない可能性がある。

表 6-7-1 フェントエートの水産 PEC 算出と調査地域のパラメータ
(水田使用第 2 段階)

パラメータ	水産 PEC 算出	調査地域
剤型	50%乳剤	3%DL 粉剤
地上防除/航空防除	地上	地上
適応作物	水稻	水稻
施用方法	茎葉散布	茎葉散布
ドリフト量の考慮	考慮	
希釈倍数	800 倍	希釈しない
単回の農薬散布量 (有効成分 g/ha)	937.5	900
止水期間	3 日	7 日
普及率(%)	10	1.43

非水田の場合

フェントエートを小麦畑に使用した際の最高濃度は、支流の最下流地点である材木川排水門における 0.019 µg/L、評価地点における最高濃度は 0.011 µg/L で、それぞれ非水田使用の水産 PEC である 0.069 µg/L の約 28%と約 16%であった。対象としている作物が異なっており、単回の農薬散布量が PEC の算出シナリオで 4375 g/ha であったのに対し、調査地域では 318 ~ 795 g/ha で、シナリオの約 7 ~ 18%であったためと考えられる。

表 6-7-2 フェントエートの水産 PEC 算出と調査地域のパラメータ
(非水田使用第 1 段階)

パラメータ	水産 PEC 算出	調査地域
剤型	25%乳剤	50%乳剤
農薬散布液量	350 L/ 10 a	60 ~ 150 L /10 a
希釈倍数	200 倍	1000 倍
地上防除/航空防除	地上	地上
適応作物	果樹	小麦
施用法	散布	茎葉散布
単回の農薬散布量 (有効成分 g/ha)	4375	318 ~ 795
普及率(%)	5	15.5