

Development of Risk Assessment Procedure for Evaluating Effect of Herbicides on Primary Productivity of River Ecosystem

メタデータ	言語: jpn
	出版者:
	公開日: 2019-12-20
	キーワード (Ja):
	キーワード (En):
	作成者: 石原, 悟
	メールアドレス:
	所属:
URL	https://doi.org/10.24514/00002980

農環研報 25, 1 - 92 (2008)

河川生態系の一次生産性に及ぼす除草剤の 影響評価手法開発

Development of Risk Assessment Procedure for Evaluating Effect of Herbicides on Primary Productivity of River Ecosystem

石原悟*

(平成20年度3月24日受理)

シノプシス

河川水生生物の水稲用除草剤による暴露実態を長期のモニタリングで明らかにすると共に、河川生態系の一次生産性に及ぼす水稲用除草剤の影響評価について、より精度の高い評価手法の開発を試みた。その結果、これまで知見が少なかった藻類に対する除草剤の影響が明らかになった。また、フローサイトメトリーによる細胞計測により、細胞の形態に及ぼす影響及び回復性を考慮した簡易な評価を可能とした。さらに、これまで試験が困難であった付着性珪藻を使用した生長阻害試験手法の開発により、現実的な影響評価を可能とした。これらの知見は、農薬の生態影響評価手法の開発に有用な情報を提供するものであり、高次のリスク評価法としての貢献が大きく期待される。

目 次

Ι	序論	(1) 試験生物
Π	河川及び湖における水稲用除草剤の動態 5	(2) 試験生物の培養条件
	1 緒言 5	(3) 試験に用いた除草剤 20
	2 調査地域・調査対象農薬 5	(4) 藻類生長阻害試験 20
	3 調査期間及び分析方法 5	3 結果 21
	4 結果及び考察 7	(1) 試験指針への適用性の検討 21
	(1) 回収率	(2) 各藻類の除草剤感受性について 22
	(2) 排水路における農薬の消長 7	4 考察
	(3) 桜川流域及び霞ヶ浦における農薬の消長 8	W 回復性を考慮した影響評価手法の開発 24
	(4) 霞ヶ浦における農薬の垂直分布 11	1 緒言 24
	(5) 桜川中流域における農薬濃度の年次変動… 12	2 材料及び方法 25
${\rm I\hspace{1em}I\hspace{1em}I}$	系統保存されている藻類を用いた水稲用除草剤の	(1) 試験生物 25
	有害性評価	(2) 試験生物の培養条件 25
	1 緒言 18	(3) 試験に用いた除草剤 25
	2 材料及び方法 18	(4) 生長阻害率及び形態変化の類型化に関する試

^{* (}独)農業環境技術研究所有機化学物質研究領域

		験	25	(3) 適用可能な珪藻種の検討 4	4
	(5)	除草剤による影響からの回復性に関する試験	倹	(4) 総合考察 4	7
			27	Ⅲ ニッチア属珪藻のトリアジン系除草剤感受性… 4	8
	3 糸	吉果	28	1 緒言 4	8
	(1)	除草剤の3種藻類に対する生長阻害率	28	2 材料及び方法4	8
	(2)	除草剤暴露した藻類細胞の形態変化による紫	頁	(1) 調査地点	8
		型化	28	(2) 試験生物 4	8
	(3)	除草剤による影響からの藻類細胞の回復…	30	(3) 生長阻害試験 4	8
	4 = 7	考察	30	(4) 各種有機元素含量の計測 4	9
	(1)	除草剤暴露した藻類細胞の形態変化による紫	頁	3 結果 5.	2
		型化	30	(1) 珪藻の単離 5.	2
	(2)	除草剤による影響からの藻類細胞の回復…	32	(2) ジメタメトリン感受性 5	2
V	水和	稲用除草剤が4種類の藻類の生長に及ぼすリス		4 考察	2
	クロ	つ評価	32	Ⅲ 河川珪藻群集のトリアジン系除草剤感受性 5	8
	1 糸	者言	32	1 緒言	8
	2	平価方法	32	2 材料及び方法 5	9
	3 糸	吉果及び考察	33	(1) 河川珪藻群集を用いた生長阻害試験方法の検	
VI	珪藻	菓を用いた生長阻害試験方法の開発	39	討	9
	1 糸	者言	39	(2) 河川珪藻群集のトリアジン系除草剤感受性	
	2 柞	オ料及び方法	39	5	9
	(1)	試験生物	39	3 結果及び考察 6	0
	(2)	生長阻害試験方法の検討	39	(1) 河川珪藻群集のトリアジン系除草剤感受性	
	(3)	試験方法の再現性の評価	41	6	0
	(4)	試験溶液の調製法及び濃度分析法	42	(2) 試験終了時の珪藻群集 6	1
	(5)	適用可能な珪藻種の検討	42	IX 結論······ 7	3
	3	実験結果と考察	43	謝辞	3
	(1)	付着性珪藻を用いた生長阻害試験	43	引用文献 7	3
	(2)	試験の再現性評価(A. minutissimum NIES-	71	Summary 7	8
		株のジメタメトリン感受性検定)	44	付表	1

I 序論

20世紀は世界の農業が大きく変貌した時代であった。 品種改良、施肥技術の革新、農業機械・農薬の開発等 科学技術の進歩は単位面積当たりの収穫量を飛躍的に増 加させ、また、貿易の自由・円滑化により農作物の移動 が容易となり貿易量は急激に増加し、莫大なものとなっ た。このことは、先進国を中心に安定した食糧供給を可 能にした。そして、食料の安定供給による生活の安定は さらなる経済活動を促し、先進国における大量消費・大 量廃棄型の経済社会システムの構築へとつながった。そ の結果、我々人類の活動による環境負荷は地球規模の生 態系に影響を与え、最終的には我々人類の生活を脅かす までに至っている。1992年の国連環境開発会議(リオサ ミット)において採択された「環境と開発に関するリオデジャネイロ宣言(リオ宣言)」で示されるように、将来世代のために現在の大量消費・大量廃棄型の社会を見直し、持続可能な社会へ移行していくことは21世紀に生きる我々の使命とされている(環境庁、1992)。

持続可能な農業を取り組むにあたり、検討が必要な事項の一つとして、農薬の使用が挙げられる(農業環境技術研究所、1995)。農薬は害虫・病気・雑草などから効率的に農作物を保護できるため、現代の農業では必要不可欠な農業資材となっている。しかし、その一方で農薬は極低濃度で生理活性を有し、農地等の開放系で使用されるため、防除対象となる病害虫・雑草以外の非標的生物への影響を通じた生態系への不可逆的な影響が懸念されている。そのため、欧米諸国においては、農薬の登録

段階で生態影響を評価するシステムが検討されており、USEPA(米国環境保護庁; United States Environmental Protection Agency)、EU(欧州連合; European Union)等が中心となってOECD(経済協力開発機構; Organization for Economic Cooperation and Development)において国際的な調和への取り組みが進められている。しかし、日本においては一部の水生生物への影響を評価することが登録時の要件となっているものの、生態系全般に対する影響を評価するシステムの整備には遅れを取っており、生態系への有害な影響を回避するための仕組みを確立することが緊要な課題となっている(三菱化学安全科学研究所(以下、三菱安科研),1999)。

農薬の生態影響評価の概念の基礎的な部分は国際的な 一致が見られており (図1)、基本的には代表的試験生 物を用いた毒性試験から求められる LC50 (50% 致死濃 度;50% lethal concentration)、EC50 (50%影響濃度; 50% effective concentration)、NOEC (無影響濃度; no observed effect concentration)、LOEC (最小影響濃度; lowest observed effect concentration)等の毒性値を影 響評価指標とし、これを暴露データ、すなわち環境中に おいて非標的生物が暴露されると考えられる農薬の濃度 と比較することにより行われている。評価は一般的に は Tier システム(段階的評価方式)が取り入れられて おり、簡易な評価により有害性が疑われるものについて は追加試験を施し、評価の精緻化(個体レベルから個体 群・群集レベルの評価へ)が図られている(SETAC. 1994; Campbell et al., 1999)。この高次の評価手法につ いては、各国の裁量が認められており、文化、産業等を 考慮した評価手法を取り入れる余地が残されている(三 菱安科研, 1999; OECD, 1984)。

生態影響評価に利用される試験項目としては、米国ではUSEPAのOPPTS(汚染防止農薬有害物質局:Office of Prevention、Pesticides and Toxic Substances)においてOPP(農薬プログラム部:Office of Pesticide Programs)とOPPT(汚染防止有害物質部:Office of Pollution Prevention & Toxics)で調和をはかった試験指針(850シリーズ、50項目)が作成され利用されている(表1-A)。EUでは独自の試験指針を策定しておらずOECD及びSETAC(環境毒性化学会:Society of Environmental Toxicology and Chemistry)の方法を採択している。また、OECDでは化学品プログラム傘下のテストガイドラインプログラムにおいて試験指針の開発が進められており、2006年9月現在生態毒性の領域においては21項目の試験指針が公表されているところである(表1-B)。

一方、日本における農薬の非標的生物に対する影響評価は、水産動植物への被害防止の観点から1963年に導入された魚類(コイ)の急性毒性試験(48時間、致死)に端を発し、およそ40年もの長い間コイ及びミジンコの急性毒性試験(3時間、致死)のみが利用されていた。ようやく2003年の農薬取締法の改正にともない試験指針の改正が進められ、魚類(96時間、致死)・ミジンコ類(48時間、遊泳阻害)・藻類(72時間、生長阻害)を用いた試験が登録保留基準の設定に利用されることとなり、基礎的な試験指針について国際調和が図られ始めたところである(農林水産省農産園芸局、2000;農林水産省生産局2001、2002-a、2002-b)(表1-C)。

我が国の農業の特徴としては水田が耕地の約55%を占 めることが挙げられる。そのため農薬の使用量のおよそ 半分は水稲用であり、農薬による環境負荷を考える上で は水田での農薬管理が必須となっている。また、水田は河 川と水を介してつながっているため、水田で使用される 農薬は河川等公共用水域に流出し非標的生物に影響を及 ぼす危険性が高い。特に湛水状態で田面に直接施用され る水稲用除草剤は流出率が高く、過去に使用された PCP (ペンタクロロフェノール) のように魚毒性の高い除草 剤が水産被害の要因とされていることは周知の通りであ る (衆議院, 1962; 松原ら, 1963)。すなわち、畑作を農 業の中心とする欧米と異なり、日本では水稲用除草剤が 生態影響評価の対象物質として優占度の高い物質群であ るといえる。一方、生物に注目してみると、河川生態系 において農耕地から流出した除草剤により最も影響を受 ける可能性が高いと考えられる生物群は、生態学的食物 連鎖の中では藻類などの生産者である。微細藻類を含め た植物群生は水域生態系において一次生産、酸素生産、 栄養循環、魚類等の生息・繁殖・隠れ場所等として重要 な役割を担っている (Gary, 1995)。しかし、前述の通 り、これまでの日本における非標的生物に対する農薬の 影響評価は、特に経済的有益性の高い魚類や甲殻類に注 目して行われていたため、農薬の非標的植物に対する有 害性(植物毒性)に関する知見は少ない(表1-C)。現 行では、日本の河川生態系の生産者を代表しているとは 言い難い、単細胞の緑藻を用いた毒性試験の結果のみが 評価に用いられている。また、農薬の非標的植物に対す る影響評価手法に関しては、国際的にも魚類や甲殻類の 場合と比較して遅れを取っているのが現実である。

そこで、本研究では河川生態系の一次生産性に対する 除草剤の影響評価手法の精緻化を目的とし、第Ⅱ章では 日本の水田、用水路、河川及び湖における水稲用除草剤 の動態調査を行い、現状における除草剤の暴露濃度水準 の実態を明らかにした。第Ⅲ章では、現行の評価基準 に基づいた緑藻に対する各種除草剤の影響濃度を明らか にした。さらには、より実環境への影響評価を考慮し、 緑藻以外の藻類である藍藻及び珪藻に及ぼす影響につい て、系統保存されている藻類を用いて調査した。第Ⅳ章 では農薬による一時的な影響からの回復性を加味した評 価手法開発を目的に、フローサイトメトリー技術を用い た藻類群集に及ぼす除草剤の影響手法の開発を試み、日 本で使用履歴のある40種の除草剤を評価した。第V章で はこれまでに得られた影響評価指標と第Ⅱ章で明らかに した暴露量を比較することにより、日本の河川生態系に おける水稲用除草剤の藻類の生長におよぼすリスク評価 を行った。第Ⅵ章では日本の環境に適した精度の高い評 価手法開発を目的に、河川を評価基準点とした場合に一 次生産者として重要な役割を果たしている珪藻類に対す る影響評価手法の開発を試みた。第Ⅲ章ではリスク評価

A)

でリスクが高いと評価したトリアジン系除草剤について、野外より採取したニッチア属珪藻の感受性を第VI章で開発した手法を用いて明らかにし、暴露量と比較することによって、より現実的なリスク評価を試みた。さらには、第WI章では、珪藻群集に及ぼす除草剤の影響評価手法の開発を試みた。

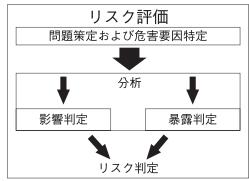


図1 農薬の生態 リスク評価工程の概念図 (USEPA, 1992)

表 1 米国、OECD 及び日本における生態影響評価に関する試験指針一覧 A) USEPA、B) OECD、C) MAFF-Japan (下線: 植物に対する影響を評価する試験指針、2006. 9 現在)

OPPTS No	o. 試験名	OPPTS No. 試験名
850.1010 850.1020 850.1025 850.1035 850.1045 850.1055 850.1075 850.1085 850.1350 850.1350 850.1730 850.1730 850.1740 850.1740 850.1740 850.1750 850.1800 850.1800 850.1800 850.1800 850.1800 850.1800 850.1800 850.1800 850.1800 850.1800	水生生物室内試験に関する特別考察 ミジンコ急性毒性試験 カキ急性毒性試験 カキ急性毒性試験 カキ急性毒性試験 クルマエビ急性毒性試験 クルマエビ急性毒性試験 クルマは原性毒性試験 クル大貝急性毒性試験 (2) (2) (3) (3) (4) (4) (4) (4) (4) (4) (4) (4) (4) (4	850.2300 鳥類繁殖試験 850.2400 野生哺乳類急性毒性試験 850.2400 陸生マイクロコズム試験 850.2500 陸生マイクロコズム試験 850.3020 ミッバチ急性接触試験 850.3030 ミッバチの薬面残留物毒性 850.3040 受粉媒介者野外試験 850.4000 非標的植物試験の背景 850.400
B)		<u>C</u>)
OECD No		MAFF No. 試験名
202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216	<u>楽矩生長阻害試験</u> ミジンコ類急性違泳阻害試験・繁殖試験 魚類急性毒性試験 鳥類類類再毒性試験 鳥類類類再生試験 鳥類繁殖試験 ミミズ急性毒性試験 <u>陸生植物生長試験</u> 活性汚泥呼吸阻害試験 無類初期生活段階毒性試験 ミジンコ繁殖試験 急類の胚子急性経阻毒性試験 ミッバチ急性経口毒性試験 ミッバチ急性経間毒性試験 ミッバチ急性接触毒性試験 土塡微生物窒素無機化試験	27-1-1 無類急性毒性試験 27-1-2 無類(ふ化仔魚)急性毒性試験 27-2-1 ミジンコ類急性違泳阻害試験 27-2-2 ミジンコ類(成体)急性遊泳阻害試験 27-2-3 ミジンコ類共存看機物質影響試験 2-7-3 無類:ミジンコ類共存看機物質影響試験 2-7-4 ヌマエビ・ヌカエビ急性毒性試験 2-7-5 ヨコエビ急性毒性試験 2-7-6 ユスリカ幼虫急性毒性試験 2-7-7 藻類生長阻害試験 2-8-1 ミツバ・影響試験 2-8-2 蚕影響試験 2-8-3 天敵昆虫等影響試験 2-8-4 鳥類漁制経口投与試験 2-8-4 鳥類混劇投与試験
217 218 219 220	土壌微生物炭素無機化試験 ユスリカ毒性試験(底質)(草案) ユスリカ毒性試験(水質)(草案) ヒメミミズ繁殖毒性試験(草案) ウキクサ生長阻害試験(草案)	

Ⅱ 河川及び湖における水稲用除草剤の動態

1 緒言

農地から水系への農薬流出率は、畑地に比べ水田の方がはるかに高いことが知られている(丸,1991)。日本では農薬の使用量のおよそ半分が水田で使用されており、水系に入る農薬の比率が畑作農業を主体とする欧米諸国と比べて高い。水田使用農薬の水系における動態は日本が世界に先駆けて行うべき農薬環境科学研究の課題であり、すでに多数の報告がある(山谷ら,1981;堀ら,1982;御厨ら,1983;Ohyama et al.,1987;Ono et al.,1987;Shiraishi et al.,1988;飯塚,1989;丸,1991;小竹ら,1993;中村,1993;Tsuda et al.,1996;Okamoto et al.,1998)。

しかしながら、農薬の環境中濃度分布及びその変動状況の把握は、国民の生活環境保全ならびに野生生態系の保護の観点から重要であるにも関わらず、継続した調査例は少なく(水戸部ら,1999; Sudo et al., 2002)、また、野生生物への影響を評価するために行われた例は少ない(国立環境研究所,1995,1999)。近年、野外生態系に与える農薬の影響(農薬の生態影響)に対する社会的関心が高まっており、環境中における農薬の動態と共に非標的生物への影響を明らかにし、評価することが求められている(環境省水環境部,2002)。

本章では、河川及び湖における一次生産者である藻類に対する水稲用除草剤暴露実態の調査を目的に、2001年から2005年までの5年間にわたり茨城県桜川流域及び霞ヶ浦において水中残留農薬の挙動について調査した。

2 調査地域・調査対象農薬

桜川は、茨城県桜川市(旧岩瀬町)の鏡ヶ池を水源とし、霞ヶ浦に注ぐ全長63.4km・流域面積345km²の一級河川であり、流域のほぼ全域が水稲作地域である。桜川流域では霞ヶ浦に流入した水が農業用水(霞ヶ浦用水)として流域の水田に再利用されている。この地域の水稲作は、霞ヶ浦用水の通水が始まる4月下旬に一斉に始まり、田植えは5月上旬に集中する。田植えが始まる5月上旬から下旬にかけて除草剤が散布されるが、近年では主として初中期一発処理剤が使用されている。また、6月下旬から8月下旬にかけて殺虫剤及び殺菌剤が散布され、一部の地域ではヘリコプターによる空中散布が行われている。採水地点及び調査年度を図2に示した。採水はおよそ週に1回の頻度で行った。また、2002年には霞ヶ浦掛馬沖(St.8)及び大室船溜(St.10)において農薬の垂直

分布の調査を行った。調査対象農薬はJAつくば市(旧JA 筑波)への聞き取り調査の結果を基に、水稲用除草剤 18種類(イマゾスルフロン、エスプロカルブ、オキサジクロメホン、カフェンストロール、ジメタメトリン、シメトリン、ジメピペレート、ダイムロン、チオベンカルブ、ピラゾスルフロンエチル、ピリブチカルブ、ピリミノバックメチルE体、ブタクロール、プレチラクロール、ペントキサゾン、ベンスルフロンメチル、メフェナセット、モリネート)、畑地用除草剤1種類(シマジン)、殺虫剤2種類(フェノブカルブ、フェニトロチオン)の計21種類とした。ただし、オキサジクロメホンは分析用標準品が得られた2002年以降より定量を行った。また、シマジンについては2003年以降について定量を行った。本研究で測定した農薬の一覧を定量下限値及び分析方法と共に表2に示した。

3 調査期間及び分析方法

調査期間は、2001年は3月20日から9月19日、2002年 は4月22日から8月19日、2003年は4月28日から7月2 日、2004年は4月26日から7月18日、2005年は4月18日か ら6月27日である。また、2002年5月22日にはSt.8及び St.10において霞ヶ浦における農薬の深度別水中濃度を 明らかにすることを目的に、湖底を最深部として三段階 の深さ別(掛馬沖:表層より0-0.5m、2m、4m 大室 船溜:表層より0-0.5m、1m、2.5m) に採水を行った。 採水は原則として月曜あるいは火曜の午前中とした。幹 線排水路及び河川においては岸及び橋上からバケツで採 水(約10L)した。湖水においては船上からステンレス 製の柄杓を用い採水(約10L)した。また、霞ヶ浦にお ける農薬の垂直分布調査には小型水中ポンプ(Daiki、 DIK-660B) を用いた。採水した水はステンレス製のバ ケツ (15L) 中でよく混合した後、一部 (2L) をガラス 瓶に移しクーラーボックスに入れて実験室に持ち帰り、 採水当日に速やかに抽出操作を行った。

サンプル水はガラス繊維ろ紙(Whatman、GF-B及びGF-F)を用いてろ過した。液体クロマトグラフ/タンデム質量分析装置(LC/MS/MS: Applied Biosystems、API 3000TMLC/MS/MS System)を用いた分析用として、ろ液の一部(約30ml)を50ml 褐色ガラスバイアルに移し−20℃で凍結保存した。残りのろ液は、10%リン酸もしくは1N塩酸を用いてpHを6.5に調整した後、1000mlを固相カートリッジ(2001年: Waters Sep-pak、tC18、2002−05年: Waters Sep-pak、PS-2)へ10ml/min の速度で通水した。なお、固相カートリッジは通水前にジクロロ

メタン (5 ml)、メタノール (5 ml)、純水 (10 ml) の順 に通液したものを使用した。通水後の固相カートリッジ は、圧縮空気で水分を除去し、ジクロロメタン(約10ml) で固相に吸着した農薬を溶出した。抽出液は減圧濃縮・ 乾固後アセトン2mlで定容とし、水素炎熱イオン化検出 器付きガスクロマトグラフ (GC/FTD: 2001-02年 島津 GC-17A、2003-05年 島津 GC-20A) を用いた分析を行 うまで4℃で保存した。ダイムロン、ベンスルフロンメ チル、イマゾスルフロン、ピラゾスルフロンエチルにつ いては、試料水に等量のアセトニトリルを加えたものを 分析試料とし、LC/MS/MSを用いて定量を行った。その 他17種類の農薬については、GC/FTDを用い定量した。 なお、カフェンストロールについては GC/FTD で検出可 能な分解物ピークを定量に用いた。表3にGC/FTD及 びLC/MS/MSの測定条件を示した。なお、巻末に付表 として、分析結果を農薬の有効成分の種類別に示した。

表 2 調査対象農薬の分析方法及び定量下限

区分	分析方法	定量下限 (μg l ⁻¹)
除草剤	GC/FTD	0.06 0.02 0.03 0.02 0.02 0.04 0.02 0.009 0.008 0.04 0.04 0.04 0.09
殺虫剤	GC/FTD	0.008 0.02
除草剤	LC/MS/MS	0.08 0.08 0.08 0.08
	除草剤	除草剤 GC/FTD 殺虫剤 GC/FTD

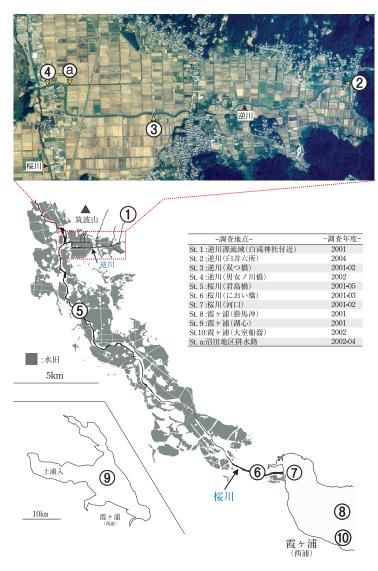


図2 採水地点及び調査年度(丸数字は St. 番号を示す)

4 結果及び考察

(1) 回収率

GC 分析を行った17種の農薬は、一部の農薬を除いてtC18カートリッジ及びPS-2カートリッジを用いた固相抽出でジクロロメタンによる液-液分配抽出と同等で良好な回収率(80~120%)が得られた(表4)。tC18カートリッジを用いた固相抽出ではトリアジン系除草剤であるシマジンは回収できなかった。なお、tC18カートリッジの出口側にPS-2カートリッジを連結させシマジンの添加回収試験を行ったところ、PS-2カートリッジへほぼ全量のシマジンの吸着が認められた。このことよりシマジンはtC18カートリッジでは保持されず通過しているものと考えられた。なお、本論文の図表で扱う農薬濃度については、いずれも回収率補正は行っていない。

(2) 排水路における農薬の消長

2002年4月22日から8月19日にかけて逆川及び排水路(図2:St.3、4、a)において14回採水を行い排水路における水稲用除草剤の挙動を明らかにした。逆川及び排水路において検出された15種類の水稲用除草剤の最高検出濃度及び検出日を表5に示した。逆川における除草剤濃度は幹線排水の流入しても濃度変化は小さく、5月のSt.3と4間の15種類除草剤の合計濃度について見てみると、St.3の濃度に対するSt.4のそれの割合は、平均0.9倍であった(図3)。排水路の除草剤濃度は流入する逆川より高い濃度で推移しており、5月のSt.aの除草剤濃度に対するSt.4のそれの割合は平均3.5倍であった(図3)。すなわち、幹線排水路から排出された除草剤は逆川に入って希釈されると考えられた。

表3 GC/FTD 及び LC/MS/MS の分析条件

	G G /PPPP
	GC/FTD
GC	SHIMADZU GC-17A (2001,02), GC-20A(2003-05)
Column	J&W DB-5
	$(30\text{m} \times 0.32\text{mm i.d.}, 0.25\mu\text{m film thickness})$
	J&W DB-17 (for oxaziclomefone and simazine)
	$(30 \text{m} \times 0.32 \text{mm i.d.}, 0.25 \mu\text{m film thickness})$
Carrier gas pres. (He)	$40\text{kPa}(2\text{min}) \rightarrow 3\text{kPa/min} \rightarrow 64\text{kPa} \rightarrow 1.5\text{kPa/min} \rightarrow 103\text{kPa}(4\text{min})$
Injection temp.	270℃
Oven temp.	$60\% (2min) \rightarrow 10\% / min \rightarrow 140\% \rightarrow 5\% / min \rightarrow 270\% (4min)$
Detector temp.	270℃
Injection vol.	4μl(GC-17A), 2μl(GC-20A)
Detector	FTD
	LC/MS/MS
HPLC	SHISEIDO NANOSPACE SI-2
Mass spectrometry	Applied Biosystems API 3000TM LC/MS/MS System
mass speciforner y	TurboIonSpray® ionization in positive mode
0.1	Optimize Technologies, OptiGuard mini C18, 15x1.0mm
Column	+ (I + I + CD C10 00 00)
	Cadenza column (Intakt, CD-C18, 30x2.0mm)
Elution	Isocratic mode (45/55 (v/v) 10mM-Acetic Acid/Acetonitrile) Liquid flow rate : 0.1ml/min
Injection vol.	5ul
Internal standard	Primisulfuron-methyl
zaroz zan Stantati a	

表4 各種前処理方法による農薬の回収率

		回収率	率(%)	試験に用いた
農薬一般名	区分	tC18	PS-2	溶液中の濃度
		カートリッジ	カートリッジ	(μg l ⁻¹)
エスプロカルブ		82	77	31
オキサジクロメホン		80	83	27
カフェンストロール		124	116	21
シマジン		0	123	15
ジメタメトリン		91	84	15
シメトリン		69	84	17
ジメピペレート		93	87	26
チオベンカルブ	除草剤	90	87	36
ピリブチカルブ		107	96	31
ピリミノバックメチル(<i>E</i> 体)		97	89	36
ブタクロール		103	94	100
プレチラクロール		93	84	81
ペントキサゾン		86	81	120
メフェナセット		98	83	25
モリネート		88	86	18
フェニトロチオン	殺虫剤	87	81	0.95
フェノブカルブ	秋虫荆	94	92	23

表5 逆川及び排水路における水中残留農薬の検出最高濃度、検出日及び検出頻度(2002年)

		逆川 St. 3			逆川 St. 4	:	扌	非水路 St.	a	希釈倍率*
除草剤一般名	最高値 (μg l¹)	検出日	検出頻度	最高値 (μg l¹)	検出日	検出頻度	最高値 (μg l ⁻¹)	検出日	検出頻度	St. a → 4
イマゾスルフロン	0.99	8-May	4/14	1.4	8-May	4/14	3.5	14-May	8/14	7.5
エスプロカルブ	0.96	14-May	4/14	0.88	14-May	3/14	1.3	14-May	5/14	1.5
オキサジクロメホン	0.11	8-May	8/14	0.074	14-May	9/14	0.093	14-May	9/14	1.3
カフェンストロール	1.2	8-May	7/14	1.0	8-May	10/14	1.9	14-May	9/14	5.8
ジメタメトリン	0.19	8-May	8/14	0.17	20-May	7/14	0.19	14-May	9/14	1.3
シメトリン	0.31	20-May	11/14	0.39	20-May	9/14	0.18	27-May	9/14	2.1
ジメピペレート	0.084	8-May	2/14	0.049	14-May	4/14	0.21	14-May	1/14	4.3
ダイムロン	9.1	8-May	12/14	14	8-May	13/14	28	14-May	13/14	7.4
ピラゾスルフロンエチル	0.53	8-May	4/14	0.43	20-May	4/14	1.1	14-May	7/14	3.2
ピリブチカルブ	1.4	8-May	8/14	1.1	8-May	9/14	1.6	14-May	8/14	5.1
ピリミノバックメチル(E体)	0.37	8-May	4/14	0.19	8-May	4/14	0.073	14-May	5/14	0.7
プレチラクロール	1.1	8-May	6/14	0.86	14-May	8/14	1.7	14-May	8/14	2.0
ベンスルフロンメチル	1.2	8-May	6/14	1.1	8-May	5/14	2.7	14-May	7/14	8.8
ペントキサゾン	0.10	20-May	6/14	0.60	8-May	5/14	1.4	8-May	8/14	2.3
メフェナセット	1.2	8-May	7/14	2.0	8-May	7/14	5.4	8-May	7/14	2.7

^{*}希釈倍率は各除草剤の排水路(St.a)における最高値検出日の値をSt.4の同日の値と比較して算出した。

(3) 桜川流域及び霞ヶ浦における農薬の消長

2001年3月20日から9月19日にかけて桜川流域及び霞ヶ浦の7地点(図2:St.1、3、5-9)において19回(3/20、4/10、4/17、4/24、5/1、5/8、5/15、5/22、5/29、6/5、6/12、6/19、6/26、7/3、7/17、7/31、8/14、8/28、9/19)採水を行い、桜川流域及び霞ヶ浦における農薬の消長を明らかにした。地域水質解析・評価システム(竹内、1992)を利用し各調査地点より上流の水田面積を算出したところ、St.1、3、5、6でそれぞれ0、1、63、86km²であった。表6に各調査地点における調査対象農薬の最高検出濃度及びその検出日、検出頻度を示すとともに、桜川下流(St.6)での最高濃度検出日におけるSt.6から桜川河口(St.7)及び掛馬沖(St.8)にかけての希釈率を示し

t=

水稲用除草剤の桜川における濃度の消長は、各除草剤の使用時期と良好な一致を見た。すなわち、水稲移植前の使用が多い初期剤のプレチラクロール及びペントキサゾンの桜川中流(St.5)及びSt.6における検出濃度の最大値は、他の除草剤より早い時期(5月上旬)に観察され、また、主に中期剤として使用されるモリネート、シメトリン及びチオベンカルブは、St.5及びSt.6において検出濃度の最大値が他の除草剤より遅い時期(5月下旬~6月上旬)に観察された。その他の初中期一発剤として使用された水稲用除草剤についてはSt.5及びSt.6で検出濃度の最大値が5月中旬に観察された(表6)。

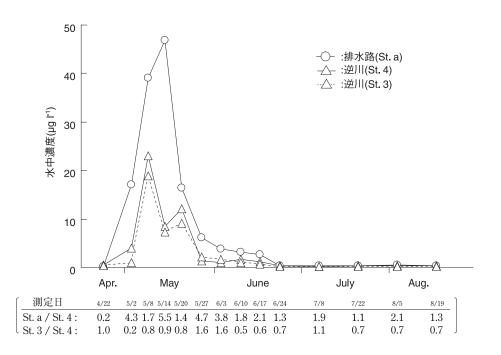


図3 逆川及び排水路における水稲用除草剤の水中濃度 (15種類の合計値)の季節変動(2002年) 括弧内の数値は各測定日における希釈倍率を示す

表6 逆川、桜川及び霞ヶ浦における水中残留農薬の最高濃度、検出日及び検出頻度(2001年度)

区分			St. 3			St. 5			St. 6			St. 7			St. 8			St. 9		希釈倍率	州
	農薬一般名	最高值 (µg l¹)	検出日	検出 頻度	最高值 (µg l·1)	検出日	検出 頻度	最高値 (μg l ⁻¹)	検出日	検出 頻度	最高値 (μg l ⁻¹)	検出日	検出頻度	最高値 (μg 1 ¹)	検出日	検出 頻度	最高値 (μg l ⁻¹)	検出日	検出 頻度	St.6 → 7	St.6 → 8
	ベンスルフロンメチル	2.3	15-May 6/19	6/19	1.2	15-May	6/19	96.0	22-May	6/19	0.61	22-May	5/19	0.20	29-May	2/18	ı	ı	0/19	1.6	4.8
	イマゾスルフロン	0.54	15-May 4/19	4/19	1.5	15-May	8/19	1.2	22-May	7/19	09.0	22-May	7/19	0.24	5-June	2/18	ı	ı	0/19	2.0	5.0
	エスプロカルブ	0.33	15-May	3/19	0.70	15-May	6/19	0.88	22-May	4/19	0.44	22-May	4/19	0.11	29-May	1/18	I	I	0/19	2.0	8.0
	カフェンストロール	1.6	15-May 5/19	5/19	1.0	15-May	8/19	89.0	22-May	8/19	0.34	22-May	7/19	0.19	29-May	2/18	ı	ı	0/19	2.0	3.6
	ジメタメトリン	0.17	15-May 4/19	4/19	0.15	15-May	7/19	0.14	22-May	4/19	0.074	22-May	4/19	0.046	29-May	1/18	ı	ı	0/19	1.9	3.0
	シメトリン	0.062	5-June	1/19	0.83	29-May	6/19	0.52	29-May	6/19	0.49	5-June	6/19	0.040	29-May	1/18	ı	I	0/19	3.7	13
	ジメピペレート	0.11	15-May 2/19	2/19	0.42	15-May	7/19	0.17	22-May	6/19	0.091	22-May	2/19	ı	ı	0/18	ı	ı	0/19	1.9	
	ダイムロン	7.5	15-May 10/19	10/19	7.9	15-May	14/19	4.9	22-May	13/19	3.0	22-May	13/19	1.0	29-May	12/18	0.20	22-May	11/19	1.6	4.9
除草剤	チオベンカルブ	0.069	5-June	2/19	0.50	29-May	9/19	0.37	29-May	7/19	0.19	12-June	6/19	I	I	0/18	I	I	0/19	3.7	
	ピラゾスルフロンエチル	0.74	0.74 15-May 4/19	4/19	0.50	15-May	6/19	0.49	22-May	5/19	0.30	22-May	3/19	0.090	29-May	1/18	ı	ı	0/19	1.6	5.4
	ピリブチカルブ	0.26	15-May 4/19	4/19	0.23	15-May	6/19	0.12	22-May	5/19	090.0	22-May	2/19	I	I	0/18	ı	I	0/19	2.0	
	どリミノバックメチル (E体)	I	ı	0/19	0.044	15-May	3/9	0.031	22-May	1/19	0.027	22-May	1/19	ı	I	0/18	ı	ı	0/19	1.1	
	ブタクロール	I	I	0/19	I	I	0/19	ı	I	0/19	ı	I	0/19	I	I	0/18	ı	ı	0/19		
	プレチラクロール	0.58	0.58 15-May 6/19	6/19	1.4	8-May	7/19	0.73	1-May	6/19	0.49	1-May	6/19	0.043	8-May	1/18	ı	I	0/19	1.5	17
	ペントキサゾン	0.077	0.077 15-May 1/19	1/19	0.14	1-May	5/19	0.081	1-May	4/19	0.042	1-May	3/19	ı	I	0/18	ı	ı	0/19	1.9	
	メフェナセット	1.8	15-May 6/19	6/19	2.5	15-May	11/19	3.0	22-May	11/19	1.6	22-May	11/19	0.19	5-June	7/18	0.13	29-May	6/19	1.9	16
	モリネート	ı	I	0/19	4.0	29-May	10/19	3.0	29-May	7/19	1.5	5-June	7/19	0.20	29-May	3/18	ı	ı	0/19	4.7	15
4 年 2 年 3 年 3 年 3 日 3 日 3 日 3 日 3 日 3 日 3 日 3	フェニトロチオン	0.73	31-July 6/19	6/19	0.37	31-July	3/19	0.15	20-Mar	3/19	0.080	28-Aug.	3/19	1	ı	0/18	1	ı	0/19	1.9	
E H	フェノブカルブ	0.44	0.44 29-May 5/19	5/19	0.45	22-May	8/19	0.15	29-May	4/19	0.10	5-June	4/19	ı	I	0/18	ı	ı	0/19	1.5	

- : いずれの試料においても定量下限値以下であったことを示す

殺虫剤フェノブカルブ、フェニトロチオンの検出時期 は水稲用除草剤とは大きく異なり、調査期間中常に低濃 度で検出され、散発的にピークが観測され、除草剤のよ うに一山型のピークではなかった(図4)。その要因と しては、水稲作における殺虫剤の使用が空中散布を除い て除草剤ほど集中的に行われないこと、さらにフェノブ カルブ、フェニトロチオンの水稲作以外への使用などが 考えられた。丸(1991)の調査においても殺虫剤及び殺 菌剤の河川中における水中最高濃度を精確に測定するこ とは難しく、週に1回程度の測定では空中散布後に殺虫 剤フェニトロチオンの明確な水中最高濃度の測定ができ なかった調査例を報告している。今回の調査でも桜川流 域において調査期間中にフェニトロチオンを含有する殺 虫剤の空中散布(2001年7月26、27日)が行われたが、 空中散布から4日後の測定(7月31日)で、St.5において フェニトロチオンの濃度は0.37μg l⁻¹であり、高い濃度と しては検出されなかった。

一方、山谷ら(1981)は、フェニトロチオンを含む殺虫剤の空中散布当日より連日の調査を行い、散布直後に河川水中でフェニトロチオンを27µg l⁻¹という高濃度で検出している。この検出例にあるように、空中散布など集中的な防除時における農薬の精確な動態を明らかにするためには、散布後に短期間において高頻度で集中した測定を行う必要があると考えられる。

桜川支流である逆川の源流域 (St.1) からは調査対象農薬のいずれも検出されなかった。桜川支流の逆川 (St.3)

は川幅2mほどの小河川であり、水田との距離は近いも のの、集水域における水田率が低く、さらには、筑波山 からの多量の湧き水により河川水中農薬濃度が希釈され るため、桜川と比較すると農薬の検出期間は短いものと 推察された。このことは、St.3における除草剤の検出濃 度水準が桜川と比べ同程度であるものの、検出頻度が総 じて低いことから支持される (表6)。また、霞ヶ浦湖 心(St.9)の湖水からはメフェナセット及びダイムロン の2剤のみが定量下限以上で検出された。図5にメフェ ナセット及びダイムロンの St.5から霞ヶ浦湖心にいたる 水中農薬濃度の月別変動を示した。桜川は流域全域に 渡って水田が分布しており、中流から下流にかけては全 域に渡り水田排水の流入があるため、中流(St.5)と下 流 (St.6) で検出される除草剤の最高濃度に大きな差は なく、調査期間中の最高濃度で比較すると0.8-2.5倍の範 囲であった。霞ヶ浦掛馬沖(St.8)における最高濃度検 出日は河口(St.7)における最高濃度検出日より1週間 遅く、河口から掛馬沖までの水の移動には数日を要する ものと推測された。霞ヶ浦の各調査地点における調査期 間中の最高濃度を桜川下流 (St.6) の結果と比較すると、 St.7、St.8及びSt.9でそれぞれ1/1.1~1/4.7、1/3.0~1/17 及び1/23~1/25に低下した(表6)。下流(St.6)と比べ 掛馬沖 (St.8) 及び湖心 (St.9) で検出される除草剤の濃 度が低いことから、桜川から流入する河川水中の残留農 薬濃度が霞ヶ浦の水により急激に希釈されていることが 示唆された。

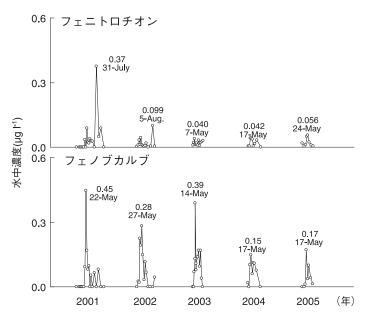


図4 桜川中流域 (St.5) における殺虫剤濃度の年次別変動 (2001~05年) (定量下限値以下は0として作図) *図中の数値及び日付は、検出最高濃度及び検出日を示す

2002年に桜川流域の St.3付近の水田で田面水中の除草 剤濃度調査を行った結果、有効成分としてイマゾスルフロン (1.7%)、ダイムロン (28%) を含有するフロアブル剤を散布した水田において、散布当日にイマゾスルフロン及びダイムロンがそれぞれ110μg l¹、650μg l¹を最高濃度として田面水より検出された (Vu et al., 2002, 2003)。田面水における最高濃度と桜川及び霞ヶ浦における最高濃度を比較すると、St.5、St.8でそれぞれ73~82倍、460~650倍の違いがあった。農薬取締法の登録保留基準では、水田水中濃度は人の健康への影響を防止する観点より公共用水域で維持すべき濃度水準の10倍以内とされているが、本試験の結果も登録保留基準の考え方の範囲内であった。

近年の水稲用除草剤の開発は目覚ましく、この20年間で有効成分の種類数は倍増している。一方、水稲作付面積は年々減少する傾向にある。有効成分の種類数の増加に伴い、使用される個々の有効成分の絶対量が低下し、さらには水系への流出量も低下しているものと考えられた。白石ら(1988)が1985年及び1986年に霞ヶ浦の湖水中のシメトリン濃度を調査した結果では、桜川河口(St.7)付近における検出最高濃度は1.3μg Γ¹(1985年)、2.2μg Γ¹(1986年)であったのに対し、今回の調査では0.49μg Γ¹であった。茨城県におけるシメトリンの出荷量は1985年が30t(日本植物防疫協会,1986)で2001年が4.5t(日本植物防疫協会,2002)であり、およそ1/7に低下している。

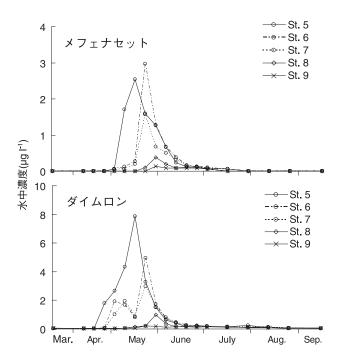


図5 桜川及び霞ヶ浦における除草剤メフェナセット及 びダイムロンの水中濃度の変化(2001年)

したがって、出荷量減少に伴う使用量減少の結果が、河口におけるシメトリンの検出最高値の低下に反映しているものと推察された。

(4) 霞ヶ浦における農薬の垂直分布

図6に観測した2地点(St.8、10)における4種の除草 剤(エスプロカルブ、プレチラクロール、メフェナセッ ト、カフェンストロール) の深度別濃度分布を示した。 いずれの場所においてもすべての除草剤で最深部の濃度 が高い傾向にあった。各除草剤の深度別測定濃度の平均 値について一元配置分散分析を行ったところ、湖岸付近 である大室船溜 (St.10) においてエスプロカルブ、プレ チラクロール、メフェナセットの3剤でそれぞれ深度別 測定濃度の平均値に危険率5%で有意差が認められた。 深度別で濃度差が認められた要因としては、最深部のサ ンプル水により多量の SS (懸濁物質; Suspended Solid) が含まれることから、今回の分析法では分離しきれない SS に吸着している除草剤の影響が考えられた。統計上有 意差が認められるものの、最深部と上部の濃度差は、平 均値で比較すると St.10、St.8でそれぞれ1.1~1.7倍、1.1 ~1.3倍であり2倍を超えるものではなかった。高い波浪 が発生した際に底泥の巻き上げが起きるほど水深が浅い 霞ヶ浦では、桜川から霞ヶ浦に流入した残留農薬を含む 河川水は速やかに混合され水中に分布しているものと考 えられた。

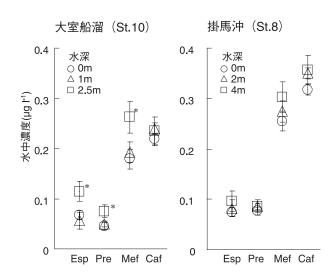


図 6 霞ヶ浦における深度別の除草剤濃度の分布 左:大室船溜(St.10)、右:掛馬沖(St. 8) (n=3、2002年5月22日) *一元配置分散分析で有意差あり(p<0.05) (Esp:エスプロカルブ、Pre:プレチラクロール、 Mef:メフェナセット Caf:カフェンストロール)

(5) 桜川中流域における農薬濃度の年次変動

図7にSt.5において2001年から2005年の5年間の河川 水中の除草剤(19剤)濃度を有効成分別に示した。また、 同図には2001年から2004年の茨城県における除草剤の出 荷量(a.i.、ton または kl)(日本植物防疫協会,2002, 2003,2004,2005a)の年次変動も同時に示した。

St.5において水稲用除草剤が検出される時期は、最高 濃度になる日から判断すると年次を問わず非常によく一 致していた。これは霞ヶ浦用水の通水開始日が毎年一定 であることが桜川流域の水稲作の日程を決定する要因と なっており、この地域の水稲栽培作業の日程とそれに伴 う農薬の使用時期が毎年ほぼ一致しているものと推論さ れた。

各除草剤の茨城県における除草剤出荷量の2001年から 2004年における変動は、オキサジクロメホン、シメトリ ン、ジメピペレート、モリネート、ブタクロールを除い ては大きな変動は見受けられなかった。一時使用されて いなかったブタクロールは2002年より使用が再開されて おり、その使用量は年々増加傾向にあった。このことは St.5で検出されるブタクロールの濃度にも反映されてい た。一方、ジメピペレートは茨城県における出荷量は年々 低下しており、2004年以降 St.5ではジメピペレートは検 出されなくなった。オキサジクロメホンは2000年8月に 新規登録された水稲用除草剤であり登録以降その使用量 を増加させている。しかしながら、調査地域においても 使用量が増えているものの、St.5の河川水中からはいず れの年においても定量下限以上で検出されなかった。こ れは、オキサジクロメホンは脂溶性が高く (logPow = 4.01)、土壌への吸着性も高い(BCPC, 2003) ため系外 への流出が少ないと考えられた。モリネート及びシメト リンについては、農薬要覧の集計によると、2004年度に

茨城県における出荷量が大幅に減少していたにもかかわらず、河川での検出水準が前年度と変わらなかった。流域における精確な使用量が明らかでないため推測となるが、この要因としては、モリネート及びシメトリンを含む製剤が調査地域近辺のホームセンターなどで多く取り扱われていること、及び前年度の在庫の使用といったことから、都道府県別出荷量集計に精確に反映されないホームセンターなどを通じた出荷があったことが可能性として挙げられる。

河川における水稲用除草剤濃度の年次変動の傾向と茨 城県における水稲用除草剤の出荷量の年次変動の傾向は ジメタメトリン、ジメピペレート、チオベンカルブ、ピ ラゾスルフロンエチル、ブタクロール、ペントキサゾン については概ね一致していた。一方、その他の水稲用除 草剤については、必ずしも一致していなかった。主な相 違点としては、2001年のイマゾスルフロン、2002年のベン スルフロンメチル、カフェンストロール、メフェナセッ ト、ピリブチカルブ及びピリミノバックメチル、2004年 のモリネート及びシメトリンで、それらの検出結果と出 荷量の傾向は必ずしも一致しなかった(図7)。以上の結 果をまとめると、都道府県水準における水稲用除草剤の 出荷量情報を基におおよその流域の流出予測が可能とな るが、詳細な予測のためには流域における出荷量情報が 必要であることを示唆するものである。現在農薬の県別 出荷量情報の利用は、化学物質把握管理促進法(PRTR 法)で指定されたものを除き、使用されてから1年後に出 版される農薬要覧の情報を引用する以外の方法がない。 事前に流域水準の農薬流出予測を行うためには、より詳 細で時官を得た出荷量情報が閲覧できる体制の構築が待 たれる。

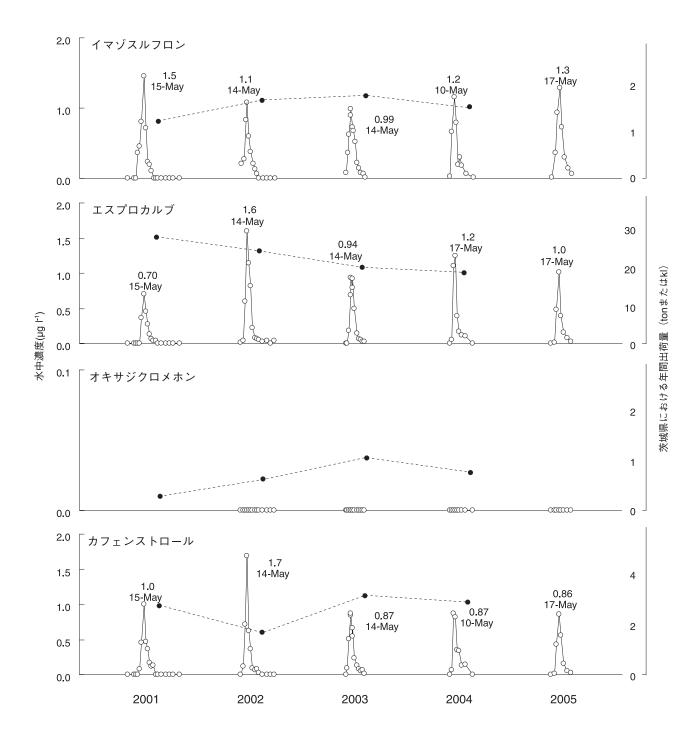


図7-1 桜川中流域 (St. 5) における除草剤濃度の年次別変動及び茨城県における出荷量の年次変動 (2001~05年) (定量下限値以下は0として作図) ○----○: 水中濃度、●-----●: 年間出荷量 *図中の数値及び日付は、検出最高濃度及び検出日を示す

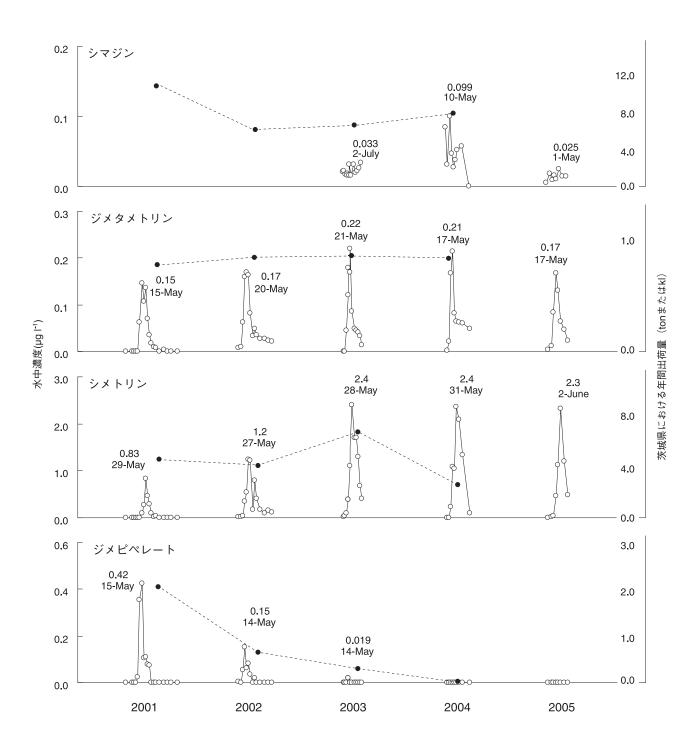


図7-2 桜川中流域 (St. 5) における除草剤濃度の年次別変動及び茨城県における出荷量の年次変動 (2001~05年) (定量下限値以下は0として作図) ○----○: 水中濃度、●-----●: 年間出荷量 *図中の数値及び日付は、検出最高濃度及び検出日を示す

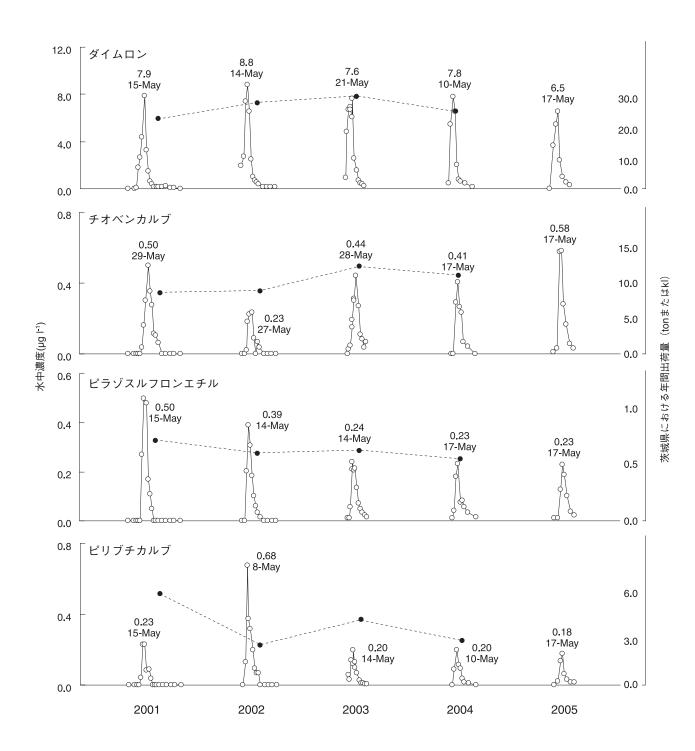


図7-3 桜川中流域 (St. 5) における除草剤濃度の年次別変動及び茨城県における出荷量の年次変動 (2001~05年) (定量下限値以下は0として作図) ○----○: 水中濃度、●-----●: 年間出荷量 *図中の数値及び日付は、検出最高濃度及び検出日を示す

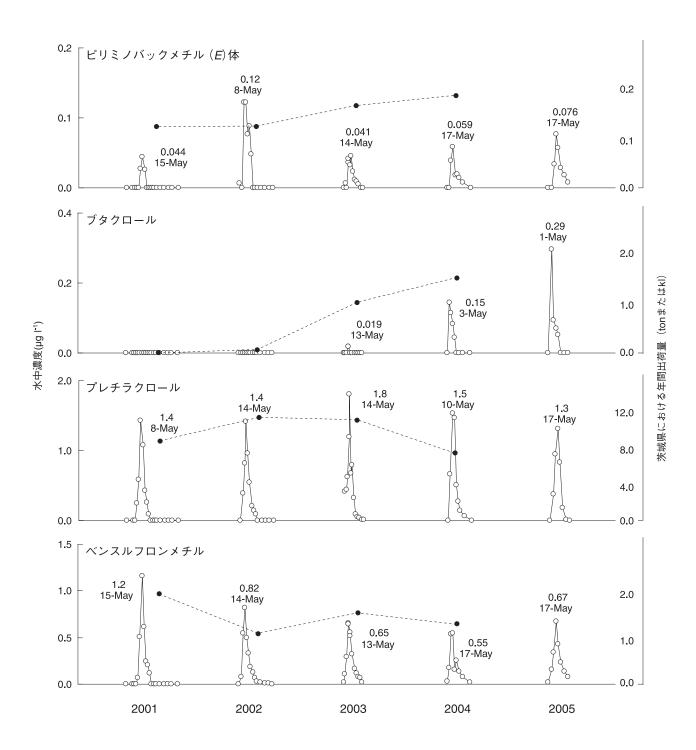


図7-4 桜川中流域 (St. 5) における除草剤濃度の年次別変動及び茨城県における出荷量の年次変動 (2001~05年) (定量下限値以下は0として作図) ○----○: 水中濃度、●・・・・・・●: 年間出荷量 * 図中の数値及び日付は、検出最高濃度及び検出日を示す

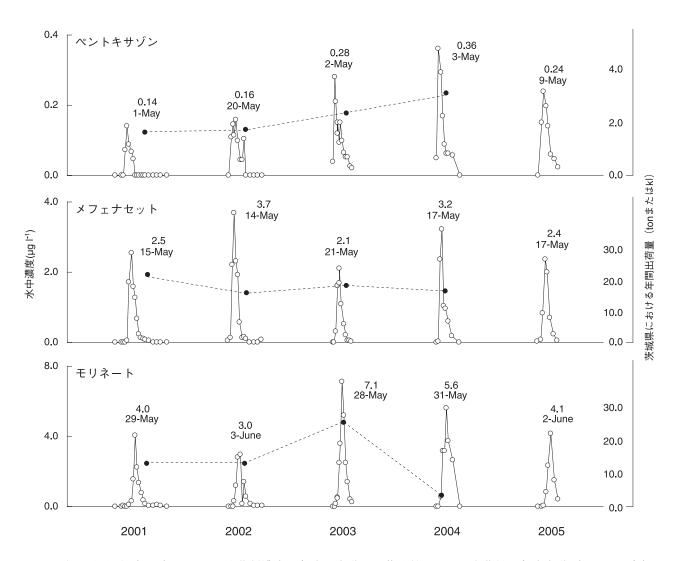


図7-5 桜川中流域 (St. 5) における除草剤濃度の年次別変動及び茨城県における出荷量の年次変動 (2001~05年) (定量下限値以下は0として作図) ○ ○ 水中濃度、 ● · · · · ● : 年間出荷量 * 図中の数値及び日付は、検出最高濃度及び検出日を示す

1 緒言

農薬等化学物質の藻類に対する有害性評価を目的とし た試験指針の基礎は、藻類生産の潜在能力 (AGP; Algal Growth Potential)を測定する研究にある。AGPを測定す る試験は、「生物の増殖は制限栄養物質に支配される」と いうリービッヒの最少律を基礎にした生物検定であり、 藻類培養試験(AAP; Algal Assay Procedure)と呼ば れ、主に湖沼等における富栄養化の評価に用いられてい た。AGP に関する研究は、1956年 Bringmann らによって Scenedesmus を用いた研究が最初である (Bringmann et al., 1956)。続いて1964年ノルウェーの Skulberg (1964) に よって Pseudokirchneriella subcapitata (旧名: Selenastrum capricornutum) を用いた実験が広範囲に実施され、そ の基礎が築かれた後、Maloney らにより詳細な検討が続 けられた。そして、USEPA (Environmental Protection Agency) において1971年に淡水試験法(USEPA, 1971)、 続いて1974年に海水試験法の標準法(USEPA, 1974) が制定された。しかし、これらの試験法は藻類生産の潜 在能力及び環境水における藻類の生産能力の評価を目的 としており、農薬等化学物質の有害性評価を目的として 作られてはいなかった。有害性評価を目的とした試験指 針については1978年に Miller らが前述の USEPA の試 験法を毒性試験として使用できるよう修正したのを皮切 りに ASTM(米国材料試験協会; American Society for Testing and Materials)、OECD 等においても検討が始 まり現在に至っている。

2000年に我が国における農薬登録時の試験指針が見直された(農林水産省農産園芸局, 2000)。農薬生態影響評価と関連の深い「水産動植物への影響に関する試験成績」についても新規試験の追加及び現行ガイドラインの改訂が行われ、水産動植物への影響に関する試験成績に前述の浮遊性単細胞緑藻を試験生物とした藻類生長阻害試験が追加された。水界生態系において除草剤による影響を最も受けると考えられる生物は、生態学的食物連鎖の中では藻類などの生産者である。プランクトンを含めた植物群生は水界生態系においては一次生産、酸素発生、栄養循環、魚類等の生息・繁殖場・隠れ場等として重要な役割を担っている。しかし、これまで日本において非標的生物に対する農薬の影響評価は、経済的価値のある魚類や甲殻類に注目して行っていたため、農薬の非標的植

物に対する有害性(植物毒性)の知見は乏しいのが現実 である。

本章では、現行のOECDにおける浮遊性単細胞緑藻類の生長阻害試験指針に準拠し、試験推奨種である P. subcapitata 及び Chlorella vulgaris(共に浮遊性単細胞緑藻)の生長阻害試験を14種類の水稲用除草剤について行った。また、本試験指針に適応する緑藻以外の藻類種(藍藻及び珪藻)の中から藍藻 Merismopedia tenuissima及び珪藻 Achnanthidium minutissimum を試験生物種として選定すると共に、上記14種類の水稲用除草剤について生長阻害試験を行った。

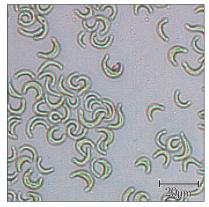
2 材料及び方法

(1) 試験生物

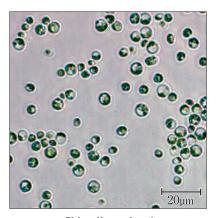
生長阻害試験には、綱の異なる4種の淡水産単細胞 藻類 C. vulgaris NIES-227 (緑藻綱)、P. subcapitata ATCC22662 (緑藻綱)、M. tenuissima NIES-230 (藍 藻綱) 及び A. minutissimum NIES-71 (珪藻綱) を 用いた。試験指針への適応性の検討は、上記のM. tenuissima 及び A. minutissimum に加え、6種の藍藻 Anabaena flos-aquae NIES-73, Aphanizomenon flosaquae NIES-81, Microcystis aeruginosa NIES-44, Oscillatoria agardhii NIES-204. Oscillatoria raciborskii NIES-207及び Spirulina subsalsa NIES-27について行っ た。P. subcapitata は ATCC (American Type Culture Collection)より、その他藻類については財団法人地球・ 環境フォーラム(現 独立行政法人国立環境研究所・環境 研究基盤技術ラボラトリー) より分与された株を使用し た。生長阻害試験に使用した藻類の顕微鏡像を写真1に 示す。

(2) 試験生物の培養条件

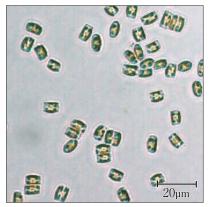
C. vulgaris、P. subcapitata 及びM. tenuissima については、前培養及び試験にC培地(GEF, 1997)を使用した。A. minutissimum についてはCsi 培地(GEF, 1997)の緩衝剤をEHEPES からETris-HCl、EPHをE7.0からE7.5に改変した改良E8 培地を使用した。継代培養には両培地の寒天培地(1.5%)を用いた。培養条件は白色蛍光灯による上部照明で照度約E4,000lux、連続照明、温度E23±2E20とした。その他の藍藻の継代培養にはEB 培地(GEF, 1997)を使用し、培養条件は白色蛍光灯による上部照明で、照度約E4,000lux、連続照明、温度E5±2E8 とした。各培地の組成及びE1 を表7に示す。



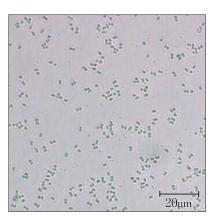
Pseudokirchneriella subcapitata (緑藻綱)



Chlorella vulgaris (緑藻綱)



Achnanthidium minutissimum (珪藻綱)



Merismopedia tenuissima (藍藻綱)

写真1 生長阻害試験に用いた藻類の明視野顕微鏡像

表7 各培地の組成及び pH 条件

成分	${ m mg~I}^1$						
,DX,737*	C培地	改良 Csi 培地	CB 培地				
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	40	40	40				
$Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$	150	150	150				
KNO_3	100	100	100				
$Na_2 \cdot glyceroPO_4 \cdot 5H_2O$	50	50	50				
VitaminB ₁₂	0.0001	0.0001	0.0001				
Biotin	0.0001	0.0001	0.0001				
Thiamine HCl	0.01	0.01	0.01				
Tris(hydroxymethyl)aminomathane	500	500	_				
Bicine	_	_	500				
$Na_2SiO_3 \cdot 9H_2O$	_	100	100				
FeCl ₃ ·6H ₂ O	0.59	0.59	0.59				
$Na_2EDTA \cdot 2H_2O$	3	3	3				
$MnCl_2 \cdot 4H_2O$	0.11	0.11	0.11				
CoCl ₂ ·6H ₂ O	0.012	0.012	0.012				
$Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$	0.075	0.075	0.075				
$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	0.066	0.066	0.066				
	pH7.5	рН7.5	pH9.0				

除草剤の系	一般名	純度	水溶解度* (mg l ⁻¹)	Log Pow*	農薬登録年	有効成分の 標準施用量 (g ha ⁻¹)	有効成分の 出荷量 (t or kl) 2000年度	分析方法
	エスプロカルブ	>99.0	4.9	4.6	1988	1500	312	GC/FTD
カーバメート	ジメピペレート	>98.0	20	4.02	1986	3000	75	GC/FTD
ガーバメート	チオベンカルブ	>99.0	30	3.42	1969	1500	470	GC/FTD
	モリネート	>98.0	900	2.88	1971	2400	258	GC/FTD
	カフェンストロール	>99.0	2.5	3.21	1996	700	111	LC/UV
酸アミド	プレチラクロール	>99.0	50	4.08	1984	400	276	GC/FTD
	メフェナセット	>98.0	4	3.23	1986	1050	471	GC/FTD
トリアジン	ジメタメトリン	>99.0	50	3.8	1975	60	22	GC/FTD
r 7 7 2 2	シメトリン	>99.0	400	2.6	1969	450	77	GC/FTD
	 イマゾスルフロン	>99.0	308	0.049	1993	90	14	LC/UV
スルホニルウレア	ベンスルフロンメチル	>99.0	120	0.62	1987	170	63	LC/UV
キノン	キノクラミン	>99.0	22**	1.5	1968	2700	86	GC/FTD
尿素	ダイムロン	>99.0	1.2	2.7	1974	1500	551	LC/UV
ダイアジン	ベンタゾン	>99.0	570	-0.46	1975	3300	225	LC/UV

表8 藻類に対する有害性評価を行った除草剤の一覧

GC/FTD:ガスクロマトグラフィー(アルカリ熱イオン型検出器);LC/UV:高速液体クロマトグラフィー(UV検出器)

(3) 試験に用いた除草剤

14種類の水稲用除草剤(イマゾスルフロン、エスプロカルブ、カフェンストロール、キノクラミン、ジメタメトリン、シメトリン、ジメピペレート、ダイムロン、チオベンカルブ、プレチラクロール、ベンスルフロンメチル、ベンタゾン、メフェナセット、モリネート)について、藻類に対する有害性評価を行った。除草剤の選定は、第Ⅱ章で分析対象とした除草剤を中心に、日本における使用量が多いもの及び藻類に対する有害性の報告があるものから選択した。試験にはすべて残留農薬試験用の分析用標準品(和光純薬工業)を使用した。試験における各除草剤の最高暴露濃度は10,000μg Γ¹とした。

水溶解度が10mg l¹以下の除草剤については、水溶解度 を最高濃度区とした。各除草剤の純度、水溶解度、オク タノール/水分配係数(LogPow)、日本における農薬登 録年、ヘクタール当たりの標準施用量、2000年度の日本 における年間出荷量及び分析手法を表8に示す。

(4) 藻類生長阻害試験

OECD の試験指針(OECD, 1984)に準じて試験条件を設定した。除草剤の溶解補助剤としてジメチルスルホキシド(DMSO、 \leq 0.1%)を使用した。容量300ml の三角フラスコに各濃度に調製した培地100ml を入れた。公比は、影響範囲の確認試験(1連、 $3\sim4$ 濃度区)、及びEC $_{50}$ (半数生長阻害濃度:50% Effective Concentration)の算出試験(3連、5 濃度区)でそれぞれ5.0 \sim 10、1.6 \sim 2.5とした。このフラスコに前培養を $3\sim4$ 日間行い、対

数増殖期にある細胞を接種し、シリコン製の通気性栓をして試験を開始した。試験開始時の細胞数は C. vulgaris、P. subcapitata、M. tenuissima 及び A. minutissimum でそれぞれ 1×10^4 、 1×10^4 、 3×10^5 、 5×10^3 cells ml^1 とした。各フラスコは、振とう機(RS-200、Sibata)で72時間振とう(100rpm)培養した。細胞数はフローサイトメーター(PAS flow cytometer、partec GmbH)により計測した。細胞数の計測は試験開始時及び24時間毎に72時間まで行った。

試験溶液中の除草剤濃度はHPLC/UV (High Performance Liquid Chromatography/UV Detection; 高速液体クロマトグラフィー/UV検出器、 HITACHI 7000シリーズ) 及びGC/FTD (SHIMADZU GC-17A Gas Chromatography/Flame Thermionic Detection; ガスクロマトグラフィー/アルカリ熱イオン型検出器)を用いて試験開始時に測定を行った。エンドポイントは EC50 0-72hの増殖阻害率とし、以下の2つの方法により算出した。

1) 生長速度の比較(速度法)による生長阻害率 (*Im*)

指数増殖をしている培養での細胞濃度の平均値から平均の生長速度 (μ) を(1)の式より算出した。

 N_1 : t_1 時の細胞濃度(cells ml $^{-1}$) N_n : t_n 時の細胞濃度(cells ml $^{-1}$)

^{*} The twelfth Edition of The Pesticide Manual. (2001) . ** Weed Research. Japan 38, 44-45 (1993)

表 9	藻類生長阳害試験方法の概要

供試生物	Chlorella vulgaris, Pseudokirchneriella subcapitata, Merismopedia tenuissima, Achnanthidium minutissimum
培地	C培地;C. vulgaris, P. subcapitata及びM. tenuissima, 改良Csi培地;A. minutissimum
温度 照度 試験容器 培養方法 試験区数と公比 細胞の計測	23±2°C 約4,000 lux 300ml三角フラスコ、シリコン製の通気栓、培地量は100ml 約100rpmの旋回振とう機による振とう培養 5濃度区+対照区 + 溶解助剤対照区の計7区、公比=1.6-2.5、各区 3 連 試験開始時及び24時間毎に72時間まで計測
試験開始時の細胞数	$C. \ vulgaris$ 及
エンドポイント	EbC ₅₀ 及びErC ₅₀

t1: 暴露開始後最初に細胞濃度を測定した時間

t_n:暴露開始後 n回目に細胞濃度を測定した時間

平均の生長速度 (μ) から各濃度区における平均生長速度の低下百分率を(2)の式により算出した。

μ_c:溶解補助剤対照区の平均生長速度

μt:各濃度区の平均生長速度

2) 生長曲線下の面積の比較(面積法)による生長 阻害率 (I_A)

生長曲線下の面積は(3)の式により算出した。

$$A = (N_1 - N_0/2) \times t_1 + (N_1 + N_2 - 2N_0/2) \times (t_2 - t_1) + (N_{n-1} + N_n - 2N_0/2) \times (t_n - t_{n-1}) \cdot \cdots \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (3)$$

A:成長曲線下の面積

 N_0 : 暴露開始時の細胞濃度(cells ml^{-1})

 $N_1: t_1$ 時の細胞濃度(cells ml $^{-1}$) $N_n: t_n$ 時の細胞濃度(cells ml $^{-1}$)

 t_1 : 暴露開始後最初に細胞濃度を測定した時間 t_n : 暴露開始後n回目に細胞濃度を測定した時間

生長曲線下の面積より各濃度区における生長の阻害百分率 (I_A) を(4)の式により算出した。

Ac: 溶解補助剤対照区の生長曲線下の面積

A_t:各濃度区における生長曲線下の面積

各濃度区の生長阻害率を上記面積法及び速度法により求め、濃度 – 生長阻害曲線を作図し、最小二乗法により ErC_{50} 0-72h を算出した。すべての試験で試験開始時における除草剤濃度の分析値を EC_{50} 0-72h の算出に使用した。なお、以降、 EC_{50} を速度法により求めた場合は ErC_{50} 、面積法により求めた場合は EbC_{50} と記載する。

本研究で行った藻類生長阻害試験方法の概要を表9に 示す。

3 結果

(1) 試験指針への適用性の検討

水系には様々な藻類が生息しているが、人工培地中で 安定して培養できる試験生物に適した種類は限られてい る。培養の容易さ、増殖力等を考慮し OECD の試験指針 に適応できる珪藻及び藍藻の検討を行った。その結果、 藍藻 M. tenuissima は、試験開始時の細胞数を変更する ことで、緑藻の生長阻害試験の試験指針に適用可能であ り、珪藻 A. minutissimum は、試験開始時の細胞数を変更 し、緑藻の培地にメタケイ酸ナトリウム・九水和物を添 加することで、適応可能であった。さらに、これら2種 の藻類は寒天培地(1.5%)上でも培養が可能であった。 このことは、液体培地による継代培養と比べ、試験生物 の維持が容易になることを意味し、本2種が試験生物と して有用であると判断した。一方、その他の藍藻につい ては、緑藻の培地中での生長能は低く、また、寒天培地 (1.5%)上での安定した継代培養も不可能であった。その ため、現行の試験指針への適用性は低いと評価した。

(2) 各藻類の除草剤感受性について

OECD の藻類生長阻害試験の試験指針については、現在改訂の作業が進められている。改訂版の試験指針では、「科学的に正しいエンドポイントは、試験期間中に指数増殖期が維持されている限りでは、 ErC_{50} である」とされている(OECD、2002)。しかし、現行の試験指針では、 ErC_{50} 及び EbC_{50} の両方を算出することが求められているため、これまでの藻類の薬剤感受性に関する報告、論文等では EbC_{50} がエンドポイントとして示されていることが少なくない。そこで、本論文では、過去のデータとの比較を考慮し、 ErC_{50} 及び EbC_{50} の両方の値を示した。

各藻類の除草剤感受性について、除草剤の系別に EC₅₀ 0-72h 値を比較することにより結果の考察を行った。4

種藻類の14種水稲用除草剤感受性(EC₅₀ 0-72h)を表10に示す。

1) カーバメート系除草剤

4種類のカーバメート系除草剤に対する4種藻類の感受性はP. subcapitata、A. minutissimum、C. vulgaris、M. tenuissima の順に高かった。4種藻類間における感受性差(最も大きい ErC_{50} 0-72h値と最も小さい ErC_{50} 0-72h値と最も小さい ErC_{50} 0-72h値との差)は、エスプロカルブ、ジメピペレート、チオベンカルブ及びモリネートでそれぞれ、>41、>9.1、>130及び >24倍であった。緑藻P. subcapitata のチオベンカルブ感受性が最も低い ErC_{50} 0-72h値($78\mu g \Gamma^1$)を示した。

表10 4種藻類の除草剤に対する感受性

速度法で算出したErC50

除草剤の系統	一般名	72-h ErC ₅₀ ,µg l¹ (95% confidence limits)								
赤平月 ・ノボル	双石	P. subcapitata	C. vulgaris	A. minutissimum	M. tenuissima					
カーバメート	エスプロカルブ ジメピペレート チオベンカルブ モリネート	150 (130 – 180) 1100 (900 – 1300) 78 (52 – 120) 410 (300 – 580)	>2000 - >10000 - >7600 - 5000 (4200 - 6100)	860 (580 – 1300) 2300 (2000 – 2700) 1200 (1200 – 1300) 5100 (4000 – 6500)	>6100 - >10000 - >10000 - >10000 -					
酸アミド	カフェンストロール プレチラクロール メフェナセット	4.6 (3.1 – 6.9) 3.7 (3.1 – 4.5) 61 (52 – 72)	>100 – >44 – >2400 –	>1000 - 340 (160 - 910) 2800 (2600 - 3000)	>1000 – >10000 – >4000 –					
トリアジン	ジメタメトリン シメトリン	6.0 (4.9 – 7.5) 37 (30 – 46)	6.9 (6.0 – 8.0) 140 (110 – 190)	3.8 (3.0 – 5.0) 51 (43 – 60)	1.3 (1.0 – 1.7) 16 (13 – 20)					
スルホニルウレア	イマゾスルフロン ベンスルフロンメチル	1000 (620 – 2000) 62 (46 – 85)	>10000 — >10000 —	>10000 — >10000 —	37 (33 – 42) 1.5 (1.3 – 1.7)					
	キノクラミン	113 (90 – 140)	180 (150 – 210)	17 (10-29)	21 (20-22)					
その他	ダイムロン	>1000	>1000 -	>1000 -	>1000 -					
	ベンタゾン	>10000	>10000 -	>10000 -	>10000 -					

面積法で算出したEbC50

除草剤の系統	àп. <i>Е</i> г	72-h EbC ₅₀ ,μg I ⁻¹ (95% confidence limits)								
除早剤の糸瓶	一般名	P. subcapitata	C. vulgaris	A. minutissimum	M. tenuissima					
カーバメート	エスプロカルブ ジメピペレート チオベンカルブ モリネート	110 (47 - 250) 530 (360 - 790) 54 (39 - 76) 290 (230 - 360)	>2000 - >10000 - 3600 (2600 - 4900) 3500 (1600 - 7300)	320 (120 – 600) 1700 (480 – 6600) 650 (440 – 940) 4100 (3000 – 5634)	4700 (3300 – 6700) >10000 – 5800 (1100 – 3200) 4500 (3900 – 5300)					
酸アミド	カフェンストロール プレチラクロール メフェナセット	4.3 (3.8 – 4.9) 1.7 (0.72 – 3.8) 41 (24 – 71)	>100 – 17 (9.2 – 36) 1400 (220 – 6200)	>1000 - 86 (29 - 280) 1400 (610 - 3200)	>1000 — 2300 (1300 – 4600) >4000 —					
トリアジン	ジメタメトリン シメトリン	3.2 (2.6 – 4.1) 12 (6.7 – 20)	3.3 (2.6 – 4.1) 18 (2.2 – 59)	1.5 (0.71 – 3.2) 25 (14 – 43)	0.30 (0.26 – 0.35) 5.2 (2.7 – 9.7)					
スルホニルウレア	イマゾスルフロン ベンスルフロンメチル	200 (120 – 330) 16 (8.5 – 29)	>10000 - 1900 (1000 - 3500)	>10000 — >10000 —	10 (7.6 – 13) 0.70 (0.48 – 1.0)					
	キノクラミン	200 (170 – 230)	87 (21 – 270)	7.8 (4.6 – 13)	13 (8.6 – 20)					
その他	ダイムロン	>1000	>1000 -	>1000 -	>1000 -					
	ベンタゾン	>10000	>10000 -	>10000 -	1100 (620 – 2000)					

2) 酸アミド系除草剤

3種類の酸アミド系除草剤に対する感受性もカーバメート系除草剤と同様に P. subcapitata、A. minutissimum、C. vulgaris、M. tenuissima の順に高かった。 4種藻類間における感受性差は、カフェンストロール、プレチラクロール及びメフェナセットでそれぞれ、>220、>2700及び>66倍と大きな値を示した。

3) トリアジン系除草剤

ジメタメトリン及びシメトリンは、すべての試験で ErC_{50} 0-72h の算出が可能であった。ジメタメトリン及 びシメトリンに対する感受性は、藍藻 M. tenuissima で一番高く、 ErC_{50} 0-72h 値はそれぞれ $1.3 \mu g$ Γ^1 及び $16 \mu g$ Γ^1 で あった。 4 種藻類間における感受性差は、ジメタメトリン及びシメトリンでそれぞれ、5.3 及び8.8 倍であり、藻類間における感受性差は小さかった。

4) スルホニルウレア系除草剤

2種類のスルホニルウレア系除草剤に対する感受性は P. subcapitata 及び M. tenuissima で高く、C. vulgaris、A. minutissimum で低かった。イマゾスルフロン及びベンスルフロンメチルに対する感受性は、藍藻 M. tenuissima で一番高く、 ErC_{50} 0-72h 値はそれぞれ37 μ g Γ^1 及び1.5 μ g Γ^1 であった。 4種藻類間における感受性差は、イマゾスルフロン及びベンスルフロンメチルでそれぞれ、>270及び>6,700倍であり、藻類間における感受性差は大きかった。

5) キノクラミン

本剤もトリアジン系除草剤と同様にすべての試験で ErC_{50} 0-72h の算出が可能であった。キノクラミンに対する感受性は、珪藻 A. minutissimum で一番高く、その ErC_{50} 0-72h 値は $17\mu g$ Γ^1 であった。 4 種藻類間における感受性差は、11倍でありトリアジン系除草剤と同様に小さかった。

6) ダイムロン

本剤はすべての試験で ErC_{50} 0-72h の算出が不可能であった。本剤の試験結果は水溶解度付近(1,000μg Γ^1)の濃度で暴露試験を行ったものであるが、いずれの藻類も1,000μg Γ^1 の濃度での暴露では生長に影響は見られなかった。

7) ベンタゾン

本剤はすべての試験で ErC_{50} 0-72h の算出が不可能であった。本剤の試験結果は $10,000\mu g$ Γ^1 を最高濃度として暴露試験を行ったものである。藍藻 M. tenuissima を除く3種の藻類は影響 $10,000\mu g$ Γ^1 の濃度での暴露で生長に影響は見られなかった。藍藻 M. tenuissima は $10,000\mu g$ Γ^1 の濃度での暴露で若干の生長阻害が見られたものの、 ErC_{50} 0-72h の算出はできなかった。藍藻 M. tenuissima については、面積法による EbC_{50} 0-72h は可能であった (EbC_{50} 0-72h = $1,100\mu g$ Γ^1)。

4 考察

2種類の緑藻 C. vulgaris 及び P. subcapitata は、いず れも OECD の藻類生長阻害試験の試験指針で試験推奨 種とされている。しかし、これまでの報告(Shigeoka et al., 1988; Kasai et al., 1993) で、C. vulgaris の化学物 質に対する感受性が P. subcapitata と比べて低いことが 指摘されている。本研究においても、14種類すべての除 草剤で、C. vulgaris の感受性が P. subcapitata と比べて低 かった。その差は最大で160倍以上(ベンスルフロンメ チル)であった。このことより、OECDの試験推奨種 であるとしても、薬剤感受性が大きく異なる2種の試験 結果をリスク評価で同等に扱うべきではないと考えられ た。C. vulgaris と P. subcapitata の薬剤感受性差について は、膜透過性の違いやクロレラが細胞の外側に鞘を有す ることなどが要因として考えられている(Torres et al.. 1976; Kasai et al., 1993)。しかし、本研究結果では、C. vulgaris と P. subcapitata のトリアジン系除草剤であるジ メタメトリンとシメトリン及びキノクラミンに対する感 受性差は、それぞれ、1.2、3.8及び1.6と小さく、感受性 の違いが、膜透過性の違いや鞘の有無だけでは説明でき ないことが示唆された。

P. subcapitata は薬剤感受性が高く、その試験結果は生態リスク評価の初期段階で世界的に使用されている。日本においても、藻類の生長阻害試験では P. subcapitata の使用が推奨されており、生態リスク評価にも利用されている。本種は藻類の中でも感受性が高いという理由から、農薬の登録保留基準の判定では不確実計数を掛けることなく P. subcapitata の毒性値 (EC50) がそのまま利用されている。しかし、必ずしも P. subcapitata の感受性がすべての農薬に対して最も高いものではないことが、本研究のトリアジン系除草剤、スルホニルウレア系除草剤及びキノクラミンの試験結果から明らかになった。トリアジン系及びスルホニルウレア系除草剤に最も感受性が高

かったのは、4種藻類のうち、藍藻 M. tenuissima であった。M. tenuissima のトリアジン系及びスルホニルウレア系除草剤に対する EC_{50} 0-72h 値は、P. subcapitata と比較して、平均でそれぞれ1/4及び1/30と低い値であった。一方、キノクラミンに最も感受性が高かったのは、珪藻 A. minutissimum であり A. minutissimum のキノクラミン感受性は、P. subcapitata と比べ1/5低かった。これらの結果から、精度の高い生態リスク評価を行うには藻類の除草剤に対する感受性差を考慮し、緑藻だけでなく複数種の藻類を供試対象として影響を見ることが重要であることが示された。

Ⅳ 回復性を考慮した影響評価手法の開発

1 緒言

現在、農薬等化学物質の生態リスク評価には、限られ た生物種における実験室レベルの試験結果が利用されて いる。水生の一次生産者に対する影響評価に関しては、 初期段階の評価で淡水産浮遊性単細胞緑藻に対する生長 阻害試験の結果が利用されている。影響評価指標には、 EC₅₀、NOEC、LOEC 等の毒性値が用いられる(OECD, 1984; ISO, 1989; USEPA, 1996)。藻類生長阻害試験に 関する各種指針では、試験終了時における細胞形態の観 察結果を毒性値と共に報告することを求めている。しか し、微細藻類の大きさは、直径10~20µm 程度であり、形 態の変化を光学顕微鏡による観察で評価することは難し い。そのため、生長阻害下の藻類細胞の形態については 詳細を検討されないことが多い。また、化学物質による 影響からの回復性は個体群へ及ぼす影響を推測する上で 重要な情報であるにもかかわらず、的確に評価がされて いないのが現状である。化学物質の急性的な生長阻害の みで有害性を評価する現行の方法では、農薬の生物に対 する可逆的な影響を評価できない。実際の環境に近いシ ナリオを反映するためには、一時的な影響だけでなく、 農薬による影響からの回復性について明らかにすること が重要であると考えられる。

細胞の形態変化を解析する手法としてフローサイトメトリーがある。フローサイトメーターを用いた細胞の計測手法では、試料中に含まれる細胞一つずつの大きさ、形状、内部構造等を散乱光や蛍光強度の数値で測定し、ヒストグラムを作成することにより細胞群集の形態を比較することが可能である。そのためフローサイトメトリーは、生命工学や臨床検査などの分野で重要な役割を担う技術となっている(中内,2004)。また近年では、微細

藻類が発する赤色自家蛍光を測定する技術を応用した、 ピコプランクトン等海産植物プランクトンの生態に関す る研究(Chisholm et al., 1988)や、化学物質の藻類に 対する影響評価への利用も進められている(Berglund et al., 1988;Troussellier et al., 1993;Franqueira et al., 2000;Stauber et al., 2002;Franklin et al., 2004)。

有害物質による微細藻類細胞の形態変化についての報告は非常に少ない。すなわち、トリアジン系及びフェニルウレア系除草剤の暴露による緑藻 Chlorella vulgaris 細胞の肥大化(Rioboo et al., 2002)、殺虫剤メチルパラチオンの暴露による緑藻 Chlorella protothecoides 細胞の肥大化(Saroja et al., 1982)、銅の暴露による珪藻 Phaeodactylum tricornutum 細胞の肥大化及び自家蛍光強度の増加(Reiriz et al., 1994;Cid et al., 1995)等の報告があるものの、細胞形態の変化と作用機構との関連を比較・考察した研究は少ない。

本章では、まず、40種類の除草剤を用い、生長阻害下の P. subcapitata 細胞について、フローサイトメーターで側方散乱光強度(Side Scatter 強度;以下、SSC 強度という)及びクロロフィル a の自家蛍光強度(Autonomous Fluorescence、610nm;以下、AF₆₁₀強度という)を測定し、ドットプロットを作図した。各薬剤でのドットプロット分布の特徴から、除草剤が藻類細胞の形態に及ぼす影響を類型化した。さらに、7種類の除草剤について、生長阻害下の P. subcapitata 細胞を、除草剤を含まない培地で再度培養し、生長速度、ドットプロット分布及び細胞形態を対照区と比較して、P. subcapitata 細胞の除草剤による影響からの回復性を形態及び生長速度の面から評価した。

なお、SSC は光軸に対して90度の位置で検出する光であり、細胞の顆粒や細胞内構造の状態に散乱光強度が関連しているとされている。SSC 強度の値が相対的に大きいことは細胞の内部構造が複雑であることを示し、SSC 強度の値が小さければ細胞の内部構造は単純であると考えられている。P. subcapitata 細胞の場合、SSC 強度は細胞の大きさとよく対応する。一方、 AF_{610} 強度は一般に細胞内のクロロフィル a 含量と比例すると考えられており、相対的に AF_{610} 強度の値が小さければ細胞のクロロフィル a 含量と比例すると考えられる。但し、 AF_{610} 強度については、高温条件下で植物細胞の自家蛍光強度が上昇するとの報告もあり(園池、2005)、ストレス条件下においては単純にクロロフィル a 含量と比例するものではない。

2 材料及び方法

(1) 試験生物

除草剤の影響による形態変化の類型化には、綱の異なる3種の淡水産単細胞藻類 Pseudokirchneriella subcapitata ATCC22662 (緑藻綱)、Merismopedia tenuissima NIES -230 (藍藻綱) 及び Achnanthidium minutissimum NIES-71 (珪藻綱) を用いた。除草剤による影響からの回復性の検討は、P. subcapitata を使用した(写真 1)。

(2) 試験生物の培養条件

前培養及び試験には、P. subcapitata 及び M. tenuissima については C 培地(GEF, 1997)を使用し、A.minutissimum については改良 Csi 培地(GEF, 1997)を使用した(表 7)。培養条件は白色蛍光灯による上部照明で照度約 4,000lux、連続照明、温度 23±2℃とした。

(3) 試験に用いた除草剤

試験に用いた40種類の除草剤をHRAC(Herbicide Resistance Action Committee)による作用機構の分類に基づいて水溶解度と共に表11に示した。使用した除草剤は日本において農薬の登録があるもの、もしくは過去に登録されていたものから水稲用除草剤を中心に選択した。試験にはすべて分析用標準品を使用した。

(4) 生長阻害率及び形態変化の類型化に関する試験

各除草剤1.0mgを秤量し、100ulのアセトンに溶解し た。このアセトン溶液30µlを50ml三角フラスコ中の液 体培地30ml に懸濁し、試験溶液(10mg l¹溶液)を調整 した。ここに試験生物を接種し、試験開始とした。水溶 解度が10mg l¹以下である除草剤については、培養液中 に被検物質の沈殿を生じたが、沈殿物がある状態(飽和 状態)で暴露を行った。いずれの試験も前培養を72時間 行い対数増殖期にある細胞を接種した。初期細胞密度は P. subcapitata、M. tenuissima 及び A. minutissimum のそ れぞれについて5×10⁴、3×10⁴、1×10⁴cells ml⁻¹とし、暴 露を72時間行った。暴露終了後にフローサイトメーター (PAS flow cytometer、partec GmbH) を用いて細胞数 を計測し、対照区(溶媒対照区;アセトン1,000 mg l⁻¹) の細胞数と比較した。生長阻害率は面積法により算出し た。形態変化の類型化には、フローサイトメーターを用い てSSC強度及びAF610強度を測定し、ドットプロット及 びヒストグラム (図8) を作図すると共に、試験溶液を 一部取り出し正立顕微鏡により明視野及び蛍光観察(共 に400倍で観察)を行い、観察試料中の藻類細胞の肥大及 び白化を観察した。 SSC 及び AF610強度のヒストグラム については、それぞれの平均値をフローサイトメーター 附属のソフト (partec、FloMax ver.2.0) を用いて求め、 対照区の平均値と比較した。

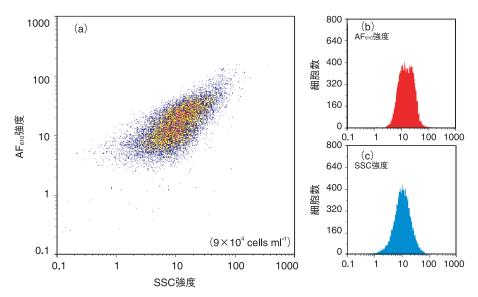


図8 対照区における *P. subcapitata* 細胞群の AF₆₁₀及び SSC 強度のドットプロットとヒストグラム (a):ドットプロット図、(b): AF₆₁₀ (クロロフィル a 自家蛍光) 強度のヒストグラム (c): SSC (側方散乱光) 強度のヒストグラム

表11 供試した除草剤の作用点と水溶解度及び10mg l⁻¹もしくは飽和濃度で72時間暴露した3種藻類の生長阻害率

HRAC Group	作用点	除草剤名	水溶解度 [#] (mg l ⁻¹)	P. subcapitata	生長阻害率* M. tenuissima	A. minutissimum
A	ACC ¹⁾	シハロホップブチル	0.4	-	++	++
		アジムスルフロン	1100	++++	++++	++
В	2)	イマゾスルフロン	310	++++	++++	_
	ALS ²⁾	ピラゾスルフロンエチル	10	++++	++++	_
		ベンスルフロンメチル	120	++++	++++	_
		アトラジン	33	++++	++++	++++
		シアナジン	170	++++	++++	++++
C1		シマジン	6.2	++++	++++	++++
		ジメタメトリン	50	++++	++++	++++
	2)	シメトリン	400	++++	++++	++++
	PS II ³⁾	プロメトリン	33	++++	++++	++++
		ジウロン	36	++++	++++	++++
C2		プロパニル	130	++++	++++	++++
02		リニュロン	64	++++	++++	++++
C3		ベンタゾン	570		++++	-
D	PS I ⁴⁾	ジクワット	700000	++++	++++	++++
	PPO ⁵⁾	オキサジアゾン	1	++++	++++	++++
E		ビフェノックス	0.35	++++	++++	++++
		ペントキサゾン	0.22	++++	++++	++++
	HPPD ⁶⁾	ピラゾキシフェン	0.80#	++++	++++	++++
F2		ピラゾレート	0.056	++++	++++	++++
		アミプロホスメチル	20 ##	++++	++++	++++
K1	Microtubule 7)	トリフルラリン	0.22	++++	++++	+
		ペンディメタリン	0.3	++++	++++	++++
		アラクロール	170	++++	+	++++
		カフェンストロール	2.5	++++	++	++++
		ピペロホス	25	++++	+	++++
K3	VLCFAs ⁸⁾	プレチラクロール	50	++++	++++	++++
		メトラクロール	490	++++	_	+++
		メフェナセット	4	++++	+	++++
		エスプロカルブ	4.9	++++	++++	++++
		ジメピペレート	20	++++	+++	++++
N	Lipid 9)	ベンスリド	25	++++	++++	++++
	ырш	チオベンカルブ	30	++++	++++	++
		モリネート	900	++++	++++	++++
0	Auxins ¹⁰⁾	ジカンバ	6100	_	+	-
		<u>ダイムロン</u>	1.2	+	_	_
Z	Unknown	ピリブチカルブ	0.32	++++	++++	+
	DO II DO HAN					
_	PS II or PPO###	キノクラミン	22#	++++	++++	++++
	OP ^{11)####}	ペンタクロロフェノール	80	++++	++++	++++

3) 光化学系II阻害

4) 光化学系I阻害

⁵⁾ プロトポルフィリノーゲンIXオキシダーゼ阻害 6) ヒドロキシフェニルピルビン酸オキシゲナーゼ阻害 7) 微小管重合阻害 9) 脂質生合成阻害 10) オーキシン作用攪乱・阻害 11) 酸化的リン酸化阻害 アセチルCoAカルボキシラーゼ阻害
 アセト乳酸合成酵素阻害
 ピドロキシフェニルピルビン酸オキシゲナーゼ阻

⁸⁾ 超長鎖脂肪酸生合成阻害

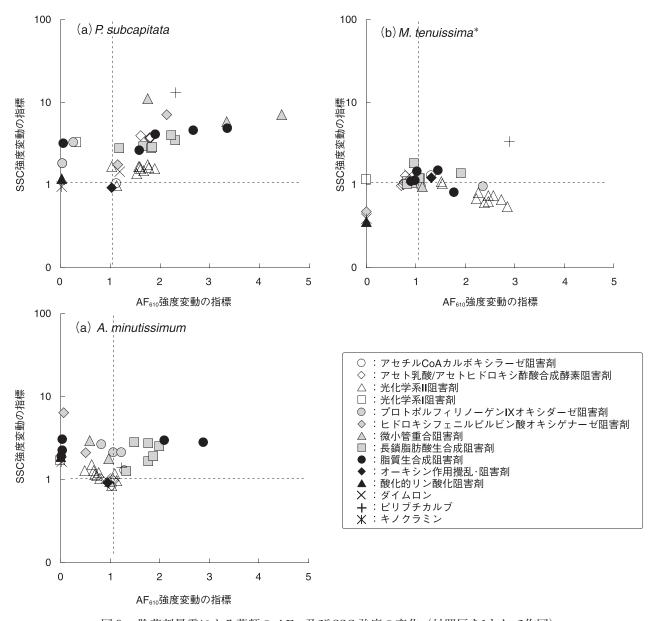


図9 除草剤暴露による藻類の AF_{610} 及び SSC 強度の変化(対照区を1として作図) * M. tenuissima; ペンディメタリンの試験結果は計測不能によりデータ欠損

(5) 除草剤による影響からの回復性に関する試験

除草剤の暴露により一時的に生長が阻害され、形態が変化したP. Subcapitata 細胞の除草剤による影響からの回復性を、7種類の除草剤(エスプロカルブ、キノクラミン、シメトリン、チオベンカルブ、プレチラクロール、ベンスルフロンメチル、メフェナセット)について調べた。試験は3連で行い、試験容器として300mlの三角フラスコを用い、培地量は100mlとした。暴露濃度は各除草剤における面積法により算出した EbC_{50} 0-72hの6-12倍の濃度とした。初期細胞濃度は 1×10^5 cells ml^1 とし、72時間前培養して対数増殖期にある細胞を接種し、72時間の暴露を行った。

暴露終了後に P. subcapitata 細胞を遠心分離 (約

3,000rpm、30min)により回収した。この操作を新しい培地を用いて3回繰り返して細胞を洗浄した後、細胞濃度が1×10⁴ cells ml⁻¹となるよう調製し、再び同じ培養条件で培養を続けた。再培養は13日間行い、1日毎にフローサイトメーターで細胞数を計測すると共に、SSC強度及びAF₆₁₀強度を測定した。また、光学顕微鏡で細胞の形態を観察し、対照区の観察結果と比較することにより、P. subcapitata 細胞の除草剤による影響からの回復性を、形態及び生長速度の面から評価した。なお、ここでは暴露区の個体群が対照区と同等の生長速度を示し、フローサイトメーターを用いた測定結果及び光学顕微鏡による細胞の形態観察結果が対照区と同じ傾向を示すことを回復と定義した。

3 結果

(1) 除草剤の3種藻類に対する生長阻害率

40種類の除草剤(10mg l¹溶液もしくは飽和溶液)の 72時間暴露による藻類3種の生長阻害率を表11に示し た。各藻類の対照区における培養72時間後の増殖率は、 P. subcapitata、M. tenuissima 及び A. minutissimum でそ れぞれ21、130、19倍であった。3種いずれの藻類に対し ても阻害率が低かったのは、ジカンバ (<39%)、ダイム ロン(<39%)及びシハロホップブチル(<59%)であっ た。緑藻 P. subcapitata の生長に対しては、これら3剤と ベンタゾン (<19%) を除く全ての除草剤による阻害率 が80% を上回った。藍藻 M. tenuissima の生長に対する 阻害率は、上記3剤とプレチラクロールを除く VLCFAs (超長鎖脂肪酸生合成) 阻害剤5剤(<59%)で低い傾向 にあった。一方、珪藻 A. minutissimum の生長に対する 阻害率は、上記3剤に加えベンタゾン(<19%)、トリフ ルラリン (<39%)、ピリブチカルブ (<39%)、チオベン カルブ (<59%) 及び ALS (アセト乳酸合成酵素) 阻害 剤4剤(<59%)で低い傾向にあった。

(2) 除草剤暴露した藻類細胞の形態変化による類型化生長阻害下の藻類細胞の SSC 及び AF610強度の平均値について、暴露区と対照区の比を除草剤毎にプロットすることにより、除草剤暴露による藻類細胞の形態変化の程度を評価した(図9)。

藻類3種の内、緑藻 P. subcapitata 細胞を用いた試験 で、暴露した除草剤により SSC 及び AF610強度に大きな 差が検出された(図9-a)。その差はSSC、AF₆₁₀強度で それぞれ、最大12、4倍を超えるものであった。藍藻 M. tenuissima 細胞を用いた試験では、除草剤の種類により AF610強度に最大で3倍程度の差が検出されたが、SSC強 度に対する影響はほとんど見られなかった(図9-b)。 珪藻 A. minutissimum 細胞を用いた試験では SSC、AF₆₁₀ 強度に差が検出されたが、ほとんどの暴露区で3倍以内 の差であった (図9-c)。光学顕微鏡による細胞形態の 観察では、SSC 強度が増大している緑藻 P. subcapitata の細胞群中に、正常細胞より明らかに肥大している細 胞が観察された。一方、藍藻 M. tenuissima 及び珪藻 A. minutissimum については、光学顕微鏡による観察から 暴露区における細胞の形態変化を判断することはできな かった。

以上の結果から、除草剤の影響による細胞の形態変化は、緑藻のP. subcapitata で最も容易に観察できることが明らかになった。従って、以降の試験にはP. subcapitata

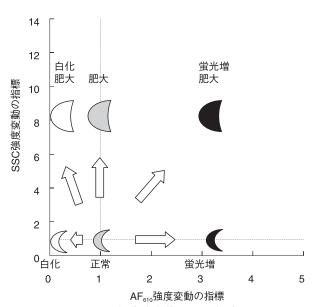
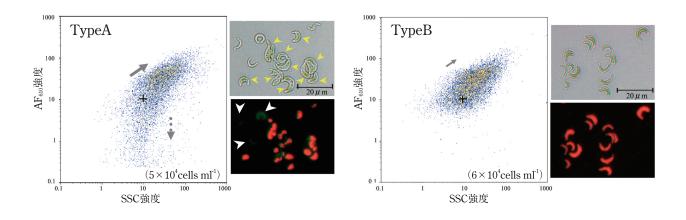
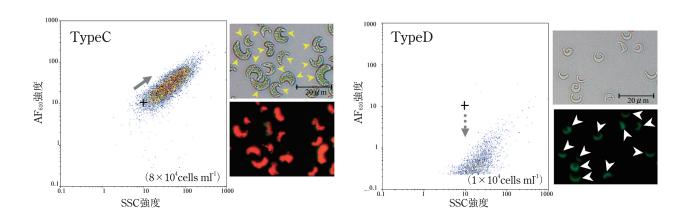


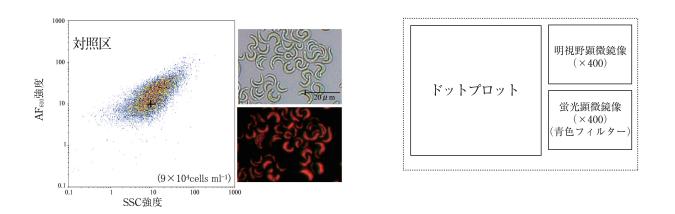
図10 P. subcapitata を試験生物とした場合の AF₆₁₀及び SSC 強度の変動と顕微鏡観察による形態変化との 関連

を用いた。SSC 及び AF₆₁₀強度の相対的な変化と光学顕 微鏡により観察される *P. subcapitata* 細胞の形態との関係 を図10に模式図で示した。

除草剤暴露による緑藻 P. subcapitata 細胞の形態変 化について、暴露区のドットプロットの特徴から4型 (TypeA、B、C、D) に類型化した (図11)。また、試験 に使用した除草剤の緑藻 P. subcapitata 細胞の形態変化パ ターンによる分類を表12にまとめた。TypeAの特徴は、 SSC及びAF610強度が増加する細胞とAF610強度が低下す る細胞が同時に検出される、すなわち、光学顕微鏡によ る観察で肥大した細胞と白化した細胞の混在が認められ ることである。TypeAとして15種類の除草剤があり、こ れらには HPPD (ヒドロキシフェニルピルビン酸ジオキ シゲナーゼ) 阻害型の2剤、微小管重合阻害型の3剤、 脂質生合成阻害型の5剤及びカフェンストロール、ジウ ロン、ジクワット、ピペロホス、ピリブチカルブが該当 した。TypeB の特徴は、SSC 及び AF₆₁₀強度の両者が若 干増加する細胞が検出されることである。これらの細胞 は光学顕微鏡による観察では対照区との形態の相違を見 分けることができなかった。TypeBとして8種類の除草 剤があり、これらにはジウロン及びベンタゾンを除く光 化学系 II 阻害型の除草剤が該当した。TypeC の特徴は、 SSC 及び AF610強度がともに増加する細胞が検出される ことである。光学顕微鏡による観察では肥大した細胞が みられた。TypeCとして、8種類の除草剤があり、これ







▲: 白化し、赤色蛍光を発しない細胞を示す。 : 肥大した細胞を示す。

図11 除草剤暴露による *P. subcapitata* 細胞の形態変化の類型化 Type A;チオベンカルブ暴露区、Type B;シメトリン暴露区、Type C;ベンスルフロンメチル暴露区、Type D;キノクラミン暴露区 暴露72時間後の細胞を計測・観察、暴露濃度は10mg l¹もしくは飽和濃度 光学顕微鏡写真と蛍光顕微鏡写真は同サンプルを観察したものであり対応している

らには ALS 阻害型の4剤、カフェンストロール及びピペロホスを除く VLCFAs 阻害型の4剤が該当した。TypeDの特徴は、AF610強度の低下した細胞が検出されることである。光学顕微鏡による観察では、白化した細胞が多くみられた。TypeDとして、5種類の除草剤があり、これらの除草剤には PPO(プロトポルフィリノーゲン IX オキシダーゼ)阻害型の3剤に加えてキノクラミン及びペンタクロロフェノールが該当した。なお、本類型化に当てはまらなかった除草剤はジカンバ、シハロホップブチル、ダイムロン及びベンタゾンの4剤であり、暴露終了時の細胞のドットプロットは、対照区と同じ傾向を示した。

(3) 除草剤による影響からの藻類細胞の回復

除草剤暴露期間及び回復性確認期間におけるP. subcapitata の生長曲線を図12に示す。除草剤の暴露濃度 は面積法で算出した EbC50 0-72h の6~12倍に設定した が、ベンスルフロンメチル以外の除草剤については、こ の濃度における暴露でほぼ完全に生長が阻害された。緑 藻 P. subcapitata 細胞の除草剤による影響からの回復性 は、光化学系 II 阻害剤であるシメトリン(TypeB)及び ALS 阻害剤であるベンスルフロンメチル (TypeC) で 高く、除草剤を含まない再培養開始直後から対照区と変 わらない生長速度を示した。VLCFAs 阻害型のプレチラ クロール及びメフェナセット (TypeC) と脂質生合成阻 害型のエスプロカルブ及びチオベンカルブ (TypeA) は 再培養6~7日後に対照区と変わらない生長速度を示し た。キノクラミン(TypeD)を暴露した区では回復が遅 く、対照区と変わらない生長速度を示したのは11日後で あった。

いずれの試験区においても、回復性試験終了時の細胞のドットプロットは対照区と同じ傾向を示した。また、 光学顕微鏡による観察においても、細胞の形態は対照区 と同様であることを確認した。

4 考察

(1) 除草剤暴露した藻類細胞の形態変化による類型化本研究では藻類 3種について除草剤暴露による細胞の形態変化を調査したが、藍藻 M. tenuissima 及び珪藻 A. minutissimum については、光学顕微鏡による観察から細胞の形態変化を判断することが困難であった。その要因として、藍藻 M. tenuissima については、細胞直径が1.3~2.0μm と非常に小型なため(廣瀬ら、1977)、光学顕微

鏡による観察では形態変化を認識できなかったものと考えられる。また、珪藻 A. minutissimum については細胞膜の外側に硬い珪酸質の被殻を有するため、硬い細胞壁を有しない緑藻よりも形態変化が起こりにくいと推察された。

P. subcapitata 細胞の観察には、光学顕微鏡に加え蛍光顕微鏡を使用したが、正常な細胞からは青色光による励起で赤色の自家蛍光が観察される一方、白化した細胞からは赤色の自家蛍光はほとんど観察されなかった(図11)。この結果より、AF₆₁₀強度の低下した細胞は白化した細胞に相当すると考えられた。また、P. subcapitata 細胞の場合、SSC強度は細胞の大きさと対応しており、SSC強度の増加した細胞は肥大した細胞に相当すると考えられた。

除草剤暴露による緑藻 P. subcapitata 細胞の形態変化の傾向を、ドットプロットの特徴から類型化し、作用機構との関連を検討したところ、ジウロン、カフェンストロール及びピペロホスについて作用機構と形態変化の傾向が一致しなかった。ジウロンは光化学系 II 阻害型の除草剤とされているが、その他の光化学系 II 阻害型の除草剤が示す形態変化の傾向と異なり、AF₆₁₀強度の低下する細胞が検出された。このことから、ジウロンは光化学系II 阻害以外の作用を有する可能性が示された。また、カフェンストロール及びピペロホスは VLCFAs 阻害型除草剤が示す形態変化の傾向と異なり、AF₆₁₀強度の低下する細胞が検出された。

この結果は、カフェンストロール及びピペロホスが VLCFAs 阻害以外の作用を有する可能性を示すものである。しかしながら、本研究では全ての供試除草剤について、10mg l⁻¹または飽和濃度で暴露を行っているため、供試除草剤によっては暴露濃度が高く、一次作用点以外の作用点にも影響している可能性は否定できない。形態変化の傾向を精緻に類型化するには、各除草剤の影響濃度を明らかにし、一次作用点のみが反応する濃度で暴露して形態変化の傾向を比較する必要があると考えられた。

類型間における形態変化については、肥大した細胞が 観察された TypeA 及び C における発生頻度を比較する と TypeC > TypeA となり、同様に、白化した細胞の発 生頻度は TypeD > TypeA となった(図11)。本結果は、 藻類細胞の形態変化から除草剤の作用機構を類推できる 可能性を示している。一方、形態変化の傾向のみから毒 性の強弱を評価することは困難であるため、本評価は藻 類の個体群に及ぼす定性的な変化の評価に限られる。

表12 緑藻 P. subcapitata 細胞の形態変化に与える影響による供試除草剤の分類 $(10 \text{mg I}^1$ もしくは飽和濃度で暴露)

形態変化パターン	除草剤
Туре А	アミプロホスメチル、エスプロカルブ、カフェンストロール、ジウロン、 ジクワット、ジメピペレート、チオベンカルブ、トリフルラリン、ピペロホス、 ピラゾキシフェン、ピラゾレート、ピリブチカルブ、ベンスリド、ペンディメタリン、 モリネート
Туре В	アトラジン、シアナジン、シマジン、ジメタメトリン、シメトリン、プロパニル、 プロメトリン、リニュロン
Type C	アジムスルフロン、アラクロール、イマゾスルフロン、ピラゾスルフロンエチル、 プレチラクロール、ベンスルフロンメチル、メトラクロール、メフェナセット
Type D	オキサジアゾン、キノクラミン、ビフェノックス、ペンタクロロフェノール、 ペントキサゾン
変化なし	ジカンバ、シハロホップブチル、ダイムロン、ベンタゾン

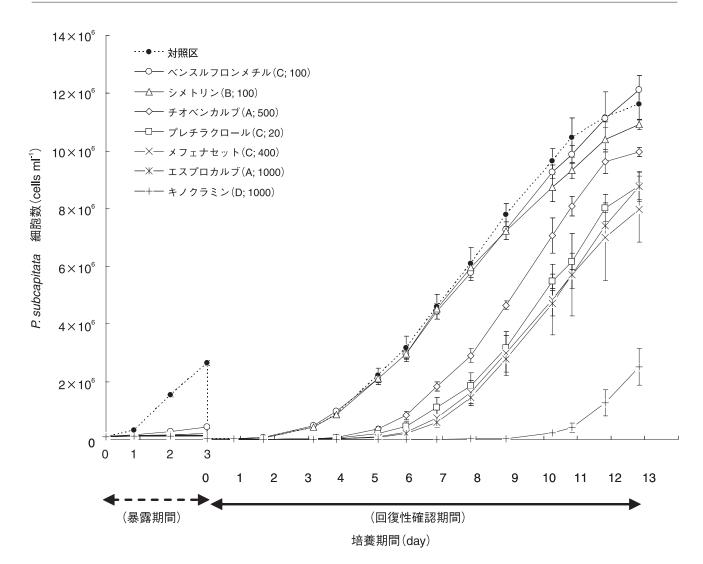


図12 除草剤暴露期間及び回復性確認期間における P. subcapitata の生長曲線 除草剤名の後の括弧内は各除草剤の類型化した Type と暴露濃度(μg l¹)を示す エラーバーは標準誤差を示す

(2) 除草剤による影響からの藻類細胞の回復

P. subcapitata 細胞に 7 種類の除草剤を72時間暴露し、その後除草剤を含まない条件で再培養を行った場合、すべての暴露区で、除草剤による影響からの回復性が確認された。この結果から、これらの除草剤が 10mg I^1 もしくは飽和濃度での短期間の暴露によって緑藻 P. subcapitata 細胞に対し影響を与えたとしても、影響は可逆的で、個体群に対して長期的な影響を及ぼす危険性は低いと考えられた。

除草剤暴露による形態変化と回復性との関係を考察 すると、白化した細胞が多く観察されたキノクラミン (TypeD) 暴露区で回復までの期間が長く、一部白化し た細胞が観察された脂質生合成阻害剤(エスプロカルブ 及びチオベンカルブ; TypeA) 及び肥大した細胞が多 く観察された VLCFAs 阻害剤(プレチラクロール、及 びメフェナセット; TypeC) の暴露区では対照区と比べ ると3~4日遅れて回復がみられた。一方、細胞の肥大 が観察された ALS 阻害剤であるベンスルフロンメチル (TypeC) 暴露区及び形態にほとんど変化を生じなかっ た光化学系 II 阻害剤のシメトリン (TypeB) 暴露区では 回復までの期間が短く、これらの剤による生長阻害下の 細胞は、対照区と同等の増殖力を有していた(図12)。 この結果は、作用機構に関する情報とフローサイトメト リー解析の結果を基に、除草剤の影響からの回復性の程 度を推測できることを示唆している。

従来の藻類生長阻害試験では、藻類細胞数の計測に主として粒子計測計や血球計算計等が用いられている。しかし、これらの機器を用いた細胞の計測は、生死の判別ができない、非生物的粒子を同時に計測してしまう、毒性の作用機構に関する情報が得られない等の欠点が指摘されている(Stauber et al., 2002)。フローサイトメトリーを利用して細胞を計測する方法は、これらの欠点を克服しうる手法として期待されている。また、土壌等無機粒子と共存した試験(Adams et al., 2004)や複数種の藻類を混合した試験(Franklin et al., 2004)等、新たな試験手法開発に活用されている。

本章では、SSC及びAF₆₁₀強度を測定項目として、フローサイトメトリー解析により、除草剤が藻類細胞に及ぼす影響の評価を行った。本測定項目に加えFDA(Fluorescein Diacetate)による生細胞染色や前方散乱光による細胞の大きさ測定等の測定項目を追加することにより、より詳細な評価が行えるものと期待される。また、高次の影響評価では、影響(生長阻害や細胞の肥大化等)からの回復性や個体群に対する影響の可逆性に関

する評価が必要となる。本章で示したフローサイトメトリー解析による除草剤の微細藻類細胞に対する影響評価 法は、これらの研究・開発に利用できるものと考えられる。

√ 水稲用除草剤が4種の藻類の生長に及ぼす リスクの評価

1 緒言

EU における生態リスク評価は、毒性指標 (LC₅₀、EC₅₀及び NOEC) と PEC (環境中予測濃度; Predicted Environmental Concentration)を比較することにより行われている。毒性指標を PEC で除して算出した TER (毒性指標/暴露比; Toxicity/Exposure Raito)及び散布量を毒性指標で除して算出した HQ (有害性指数; Hazard Quotient)が評価に利用されている (三菱安科研, 1999; EU, 1997)。米国での生態リスク評価も毒性指標と環境中予測濃度を比較するという観点で EU の方法と本質的な差はない。しかし、米国では EEC (環境中予測濃度; Estimated Environmental Concentration)を毒性指標で除して算出した RQ (リスク指数; Risk Quotient)が評価に利用されている (SETAC, 1994; 三菱安科研, 1999)。

日本における生態リスク評価手法は EU と類似しており、TER を評価に利用するスキーム (図13) が取り入れられている。農薬の登録段階では、TER が1を超える場合、登録が保留されるか、適用作物の見直し等更なるリスク削減策を講じることが求められている (環境省水環境部, 2002)。

本章では、第Ⅱ章で明らかにした環境水中の除草剤濃度と第Ⅲ章で明らかにした各藻類に対する毒性指標との比較することにより、12種類の水稲用除草剤のリスク評価を行った。

2 評価方法

現在の日本における水産動植物に対する影響評価のスキームでは(図13)、藻類の AEC(急性影響濃度; Acute Effect Concentration、日本における毒性指標値)は EC_{50} 0-72h 値(不確実係数なし)である。本研究におけるリスク評価では、第Ⅲ章で算出した ErC_{50} 0-72h 値 ($\mu g \ I^1$)を AEC として用い、PEC は、最悪の事態を考慮し、各年度における最高検出濃度($\mu g \ I^1$)とした。ここでは、PEC を ErC_{50} 0-72h 値で除した値(TER)が 1 を超える場合をリスク有りとした。

上記の評価手法に従い、 ErC_{50} 0-72h と分析値が明らかになっている12種類の水稲用除草剤(イマゾスルフロン、エスプロカルブ、カフェンストロール、ジメタメトリン、シメトリン、ジメピペレート、ダイムロン、チオベンカルブ、プレチラクロール、ベンスルフロンメチル、メフェナセット、モリネート)についてリスク評価を行った。

3 結果及び考察

各調査地点における TER を除草剤別に表13(1~6)に示す。河川において TER が 1 以上値を示した事例は、2001年の逆川(St.3)におけるベンスルフロンメチルの藍藻 M. tenuissima に対する影響を評価した結果(TER=1.5)の 1 例だけであった(表13 – 5)。排水路では、2003年のプレチラクロールの緑藻 P. subcapitata に対する影響(TER=1.1)及び2002-04年ベンスルフロンメチルの藍藻 M. tenuissima に対する影響を評価した結果(TER=1.3~1.8)の 4 例であった(表13 – 3、13 – 5)。 TER が0.1以上を示す事例が、酸アミド系除草剤の緑藻 P. subcapitata に対する影響(TER=0.1~0.92)、トリアジン系除草剤の 4 種藻類に対する影響(TER=0.10~0.72)及びスルホニルウレア系除草剤の藍藻 M. tenuissima に対

する影響を評価した結果 (TER=0.13 \sim 0.80) で見受けられた (表13 $-3\sim$ 5)。

一方、カーバメート系除草剤及びダイムロンは、いずれの水域でも、TER は1を大きく下まわっていた(表13-1、13-2、13-6)。このことは、これらの除草剤の4種藻類の生長に対するリスクが非常に小さいことを示していると考えられた。

現行の評価手法において「リスク有り」と評価される事例は、ベンスルフロンメチルの藍藻 M. tenuissima に対する影響を評価した結果の1例のみであり、河川及び湖では、これら12種類の水稲用除草剤の4種藻類の生長に対する急性的なリスクは総じて低いと考えられた。しかしながら、TERが0.1以上の事例は、酸アミド系除草剤(カフェンストロール、プレチラクロール及びメフェナセット)、トリアジン系除草剤(ジメタメトリン及びシメトリン)及びスルホニルウレア系除草剤(イマゾスルフロン及びベンスルフロンメチル)で広範囲の水域で確認されることから、急性的なリスクが比較的大きい(影響濃度と公共用水域における濃度の差が小さい)これらの水稲用除草剤については、試験種の追加、長期間暴露による影響評価等、河川生態系の一次生産者に対する高次の影響評価を行う必要があると考えられた。

暴露量評価

環境中予測濃度(PEC)

(Predicted Environmental Concentration)

第1段階(Tier1 PEC) 数値計算による予測

第2段階(Tier2 PEC)

水田使用農薬:水質汚濁性試験 非水田使用農薬:小規模地表流出試験 又は:大規模地表流出試験 又は:ドリフト調査試験

第3段階(Tier3 PEC)

水田使用農薬:圃場を用いた水田水中濃度試験 又は:ドリフト調査試験

既登録農薬

「河川における農薬濃度のモニタリング」により PECの算定が可能

上位試験不要 Yes PEC<AEC No

登録保留 又は 更なるリスク削減、 適用作物の見直し等

有害性評価

急性影響濃度(AEC)-

(Acute Effect Concentration)

標準試験

- ·魚類急性毒性試験(96h-LC50)
- ・ミジンコ類遊泳阻害試験(48h-EC50)
- ·藻類生長阻害試験(72h-EC50)

追加試験

- ・魚類(ふ化仔魚)急性毒性試験(96h-LC50)
- ・ミジンコ類(成体)急性遊泳阻害試験(48h-EC50)
- ・魚類急性毒性・ミジンコ類急性遊泳阻害共存 有機物質影響試験(96h-LC50又は48h-EC50)
- ・ヌマエビ・ヌカエビ急性毒性試験(96h-LC50)
- ・ユスリカ幼虫急性毒性試験(48h-LC50)

提出された試験成績の種類、数に応じて 不確実係数を変えAECを設定する

魚類AEC=L C_{50} × $(1\sim1/10)$ 甲殻類AEC=E C_{50} 又はL C_{50} × $(1\sim1/10)$ 藻類AEC=E C_{50} ×1

図13 水産動植物に対する影響評価スキーム(日本)

表13-1 河川、湖及び排水路における TER * (エスプロカルブ及びジメピペレート)

カーバメート系除剤 エスプロカルブ

_		St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. a
禄藻 R	2001年	0	=	0.0022	-	0.0047	0.0059	0.0029	0.00073	0	_
P. subcapitata	2002年 2003年	_	_	0.0064	0.0059	$0.011 \\ 0.0063$	0.0087 0.0059	_	=	_	0.0087 0.036
	2003年	_	0	_	=	0.0087	0.0039	_	=	_	0.036
_	2005年	_				0.0067					
-											
-1. vbr		St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. a
录藻 C. vulgaris	2001年 2002年	0	_ _	< 0.00017	-0.00044	< 0.00035	<0.00044 <0.00065	< 0.00022	< 0.000055	0	-0.000GE
. vaigaris	2002年	_	=	<0.00048	<0.00044	<0.0008 <0.00047	< 0.00045	_	_	_	<0.00065 <0.0027
	2004年	-	0	=	=	< 0.00065	-	-	=	-	< 0.0016
_	2005年					<0.0005	_	-	-		
-		Ct. 1	Ct 0	C4 2	Ct. 4	Ct F	Ct. C	C+ 7	C+ 0	C+ 0	
- 圭藻	2004 fet	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. a
土採 A. minutissimum	2001年 2002年	0	_	0.00038 0.0011	0.0010	0.00081 0.0019	0.001 0.0015	0.00051	0.00013	0	0.0015
	2002年	-	=	-	- 0.0010	0.0019	0.0013	=	=	=	0.0013
	2004年	-	0	-	-	0.0015	-	-	-	-	0.0037
-	2005年			_	-	0.0012	-		_	-	_
-		C4 1	C4 0	C4 2	C4 4	C4 E	C4 C	St. 7	C+ 0	C+ 0	St. a
<u>-</u> 監藻	0001 F	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6		St. 8	St. 9	St. a
M. tenuissima	2001年 2002年	0	_	<0.000054 <0.00016	- <0.00014	<0.00012 <0.00026	<0.00014 <0.00021	<0.000072	<0.000018	0	< 0.00021
	2003年	-	-	-	-	< 0.00015	< 0.00021	-	-	-	< 0.00021
	2004年 2005年	- -	0	-		<0.00021 <0.00016		- -	- -	<u> </u>	<0.00052
カーバメート ジメピペレー											
-	T.										
		St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. a
录藻	2001年		St. 2		St. 4						St. a
	2001年 2002年	St. 1		St. 3 0.00010 0.000076	St. 4 - 0.000045	0.00038 0.00014	0.00015 0.00014	St. 7 0.000083	St. 8	St. 9	0.00019
	2002年 2003年	0 -	- - -	0.00010 0.000076	0.000045	0.00038 0.00014 0.00017	0.00015	0.000083	0 -	0 -	- 0.00019 0
	2002年	0 -	= -	0.00010	-	0.00038 0.00014	0.00015 0.00014		0 -	0 -	0.00019
	2002年 2003年 2004年	0 	- - - 0 -	0.00010 0.000076 - - -	0.000045	0.00038 0.00014 0.00017 0	0.00015 0.00014 0	0.000083 - - - - -	0 - - - -	0	0.00019 0 0
? subcapitata - - -	2002年 2003年 2004年 2005年	0 - - - - - - St. 1	- - - 0	0.00010 0.000076 - - - - St. 3	0.000045 - -	0.00038 0.00014 0.00017 0 0	0.00015 0.00014 0 - - St. 6	0.000083 - - - - - - St. 7	0 - - - - - - St. 8	0 - - - - St. 9	- 0.00019 0
? subcapitata - - - - - -	2002年 2003年 2004年	0 	- - - 0 -	0.00010 0.000076 	0.000045	0.00038 0.00014 0.00017 0	0.00015 0.00014 0	0.000083 - - - - -	0 - - - -	0	0.00019 0 0 - St. a
? subcapitata - - - - - -	2002年 2003年 2004年 2005年 2001年 2002年 2003年	0 - - - - - - St. 1	St. 2	0.00010 0.000076 	0.000045 	0.00038 0.00014 0.00017 0 0 St. 5 <0.000042 <0.000015	0.00015 0.00014 0 - - St. 6	0.000083 - - - - - - St. 7	0 - - - - - - St. 8	0 - - - - - St. 9	0.00019 0 0 - St. a
? subcapitata - - - - - -	2002年 2003年 2004年 2005年 2001年 2002年 2003年 2004年	0 - - - - - - St. 1	- - 0 - St. 2	0.00010 0.000076 	0.000045 	0.00038 0.00014 0.00017 0 0 St. 5 <0.000042 <0.000015 <0.0000019	0.00015 0.00014 0 - - - St. 6 <0.000017 <0.000015	0.000083 - - - - - - St. 7	0 - - - - - - St. 8	0 - - - - - St. 9	0.00019 0 0 - St. a
? subcapitata - - - - - -	2002年 2003年 2004年 2005年 2001年 2002年 2003年	0 St. 1	St. 2	0.00010 0.000076 	0.000045 	0.00038 0.00014 0.00017 0 0 St. 5 <0.000042 <0.000015	0.00015 0.00014 0 - - - St. 6 <0.000017 <0.000015	0.000083 - - - - - - St. 7	0 - - - - - - St. 8	0 - - - - - St. 9	0.00019 0 0 - St. a
? subcapitata - - - - - -	2002年 2003年 2004年 2005年 2001年 2002年 2003年 2004年	0 St. 1	St. 2	0.00010 0.000076 	0.000045 	0.00038 0.00014 0.00017 0 0 St. 5 <0.000042 <0.000015 <0.0000019	0.00015 0.00014 0 - - - St. 6 <0.000017 <0.000015	0.000083 - - - - - - St. 7	0 - - - - - - St. 8	0 - - - - - St. 9	0.00019 0 0 - St. a
P. subcapitata	2002年 2003年 2004年 2005年 2001年 2002年 2003年 2004年 2005年	0 St. 1	St. 2	0.00010 0.000076 - - - - St. 3 <0.000011 <0.000084	St. 4	0.00038 0.00014 0.00017 0 0 St. 5 <0.000042 <0.000015 <0.000019 0	0.00015 0.00014 0 - - - St. 6 <0.000017 <0.000015 0	0.000083 St. 7 <0.0000091 	0 - - - - - - St. 8	0 - - - - - St. 9	St. a - <0.00002: 0 St. a
P. subcapitata	2002年 2003年 2004年 2005年 2001年 2002年 2003年 2005年 2001年 2002年	0 - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	St. 2	0.00010 0.000076 - - - - - St. 3 <0.000011 <0.0000084 - - -	St. 4	0.00038 0.00014 0.00017 0 0 St. 5 <0.000042 <0.000015 <0.0000019 0 St. 5	0.00015 0.00014 0 - - - St. 6 <0.000017 <0.000015 0 - - - St. 6	0.000083 St. 7 <0.000091 St. 7	0 - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	0 - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	St. a - <0.00002 0 0 - St. a - <0.00002 0 - St. a - 0.00009
P subcapitata	2002年 2003年 2004年 2005年 2001年 2002年 2003年 2005年 2001年 2002年 2003年	St. 1 O St. 1 O	St. 2	0.00010 0.000076 	St. 4	0.00038 0.00014 0.00017 0 0 St. 5 <0.000042 <0.000015 <0.0000019 0 St. 5	0.00015 0.00014 0	0.000083 St. 7 <0.000091 St. 7	0 - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	0 - - - - - - St. 9 0 - - - - - -	St. a
P. subcapitata	2002年 2003年 2004年 2005年 2001年 2002年 2003年 2005年 2001年 2002年	0 - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	St. 2	0.00010 0.000076 - - - - - - St. 3 <0.000011 <0.0000084 - - - - - St. 3	St. 4	0.00038 0.00014 0.00017 0 0 St. 5 <0.000042 <0.000015 <0.0000019 0 St. 5	0.00015 0.00014 0 - - - St. 6 <0.000017 <0.000015 0 - - - St. 6	0.000083 St. 7 <0.000091 St. 7	0 - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	0 - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	St. a - <0.00002 0 0 - St. a - <0.00002 0 - St. a - 0.00009
P. subcapitata	2002年 2003年 2004年 2005年 2001年 2002年 2004年 2002年 2002年 2003年 2004年 2004年	St. 1 O St. 1 O	St. 2	0.00010 0.000076 	St. 4 <0.000049 St. 4 <0.0000049 St. 4	0.00038 0.00014 0.00017 0 0 St. 5 <0.000042 <0.000015 <0.000018 0 0 St. 5	0.00015 0.00014 0	0.000083	0 - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	St. 9 St. 9 O St. 9 O	St. a - <0.000023 0 0 St. a - <0.000023 0 0
P. subcapitata	2002年 2003年 2004年 2005年 2001年 2002年 2004年 2005年 2001年 2002年 2003年 2004年 2005年	St. 1 St. 1 St. 1 St. 1 St. 1	St. 2	0.00010 0.000076	St. 4	0.00038 0.00014 0.00017 0 0 St. 5 <0.000042 <0.000015 0 0 St. 5 0.00018 0.000065 0.0000083 0	0.00015 0.00014 0	0.000083	St. 8 O St. 8 O St. 8 O St. 8	St. 9 St. 9 O St. 9 O St. 9	St. a
P. subcapitata	2002年 2003年 2004年 2005年 2001年 2002年 2004年 2005年 2001年 2003年 2004年 2005年	St. 1 O St. 1 O	St. 2	0.00010 0.000076	St. 4	0.00038 0.00014 0.00017 0 0 St. 5 <0.000042 <0.000015 <0.000018 0.000065 0.000083 0 0 St. 5 <0.000042 <0.000042	0.00015 0.00014 0	0.000083	0 - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	St. 9 St. 9 O St. 9 O	St. a
は P. subcapitata - - - - - - - - - - - - -	2002年 2003年 2004年 2005年 2001年 2002年 2004年 2005年 2001年 2002年 2003年 2004年 2005年	St. 1 O St. 1 O St. 1 O St. 1	St. 2	0.00010 0.000076	St. 4	0.00038 0.00014 0.00017 0 0 St. 5 <0.000042 <0.000015 0 0 St. 5 0.00018 0.000065 0.0000083 0	0.00015 0.00014 0	0.000083	St. 8 O St. 8 O St. 8 O St. 8	St. 9 St. 9 St. 9 St. 9 O St. 9	St. a St. a St. a St. a St. a St. a
P. subcapitata	2002年 2003年 2004年 2005年 2001年 2002年 2004年 2002年 2003年 2004年 2005年 2001年 2005年	St. 1 O St. 1 O St. 1 O St. 1 O St. 1	St. 2	0.00010 0.000076	St. 4	0.00038 0.00014 0.00017 0 0 St. 5 <0.000042 <0.000015 <0.000018 0.000065 0.000083 0 0 St. 5 <0.000042 <0.000018 0.000065 0.0000083 0 0 St. 5	0.00015 0.00014 0	0.000083	St. 8 O St. 8 O St. 8 O St. 8	St. 9 St. 9 St. 9 St. 9 O St. 9	St. a - (0.000021 0 0 St. a - (0.000021 0 0 St. a - (0.000091 0 0 St. a

^{*} TER:検出最高濃度(μ g l¹)/ 各藻類の Er C_{50} (μ g l¹) 🔲:TER>1.0、 \blacksquare :TER>0.1

表13-2 河川、湖及び排水路における TER* (チオベンカルブ及びモリネート)

カーバメート系除剤 チオベンカルブ

14 14 14 14											
-		St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. a
緑藻	2001年	0	-	0.00088	=	0.0064	0.0047	0.0024	0	0	=
P. subcapitata	2002年	_	-	0	0	0.0029	0.0068	_	=	_	0
	2003年 2004年	_	0	_	_	0.0056 0.0053	0.0071	=	_	_	$0.0012 \\ 0$
	2005年	-		-	_	0.0074	-	-	-	-	-
		St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. a
緑藻	2001年 2002年	0	-	< 0.0000091	-	<0.000066	<0.000049	< 0.000025	0	0	_
C. vulgaris	2002年	_	_ 	0 _	0	<0.000030 <0.000058	<0.000070 <0.000072	=	_	_	0 <0.000012
	2004年	-	0	_	-	< 0.000054	-	-	-	_	0
	2005年	=				<0.000076	_		_		_
		0.1		2: 0							
with other	2004 5	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. a
珪藻 A. minutissimum	2001年 2002年	0	_	0.000058	0	0.00042 0.00019	0.00031 0.00044	0.00016	0	0	0
A. minuitssimum	2003年	-	-	-	-	0.00013	0.00044	-	-	-	0.000076
	2004年	-	0	=	-	0.00034	-	-	-	=	0
-	2005年	-				0.00048	_	-			
		St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. a
attento	9001 AT		51. 2								
藍藻 M. tenuissima	2001年 2002年	0	-	<0.0000069	0	<0.000050 <0.000023	<0.000037 <0.000053	<0.000019	0	0	0
M. tenuissima	2003年	-	-	-	-	< 0.000044	< 0.000055	-	-	-	< 0.0000091
	2004年 2005年	_	0	_	<u> </u>	<0.000041 <0.000058	- -	=	_	_	0 _
	2000					×0.000000					
カーバメート	系除剤										
_		St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. a
緑藻	2001年	0	=	0	-	0.0098	0.0073	0.0037	0.00051	0	=
P. subcapitata	2002年	-	-	0	0	0.0073	0.0090	- -	_	_	0
	2003年 2004年	_	0.000061	_	-	$0.017 \\ 0.015$	0.010	=	_	_	$0.000046 \\ 0.000051$
	2005年	-	-		-	0.010					-
-											
		St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. a
緑藻	2001年 2002年	0		0	- 0	0.00080	$0.00060 \\ 0.00074$	0.00030	0.000042	0	0
C. vulgaris	2002年 2003年	_	-	- -	<u> </u>	$0.00060 \\ 0.0014$	0.00074	_	_	_	0.0000038
	2004年	-	0.0000050	-	-	0.0012	-	-	-	-	0.0000042
	2005年	=				0.00082	=	=	=	_	_
-		St. 1	St. 2	St. 3	Q+ 1	Q+ 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St o
rule vita	2001 1				St. 4	St. 5					St. a
珪藻 A. minutissimum	2001年 2002年	0	_	0	0	0.00078 0.00059	0.00059 0.00073	0.00029	0.000041	0	0
11. minuitssimum	2003年	-	=	-	-	0.0014	0.00073	-	-	-	0.0000037
	2004年	-	0.0000049	_	-	0.0012	-	-	-	-	0.0000041
	2005年	-		-		0.00080			_	-	_
		St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. a
藍藻	2001年		- 51. 2	0	- 51.4						Ot. a
監课 M. tenuissima	2001年 2002年	0	-	0	0	<0.00040 <0.00030	<0.00030 <0.00037	<0.00015	<0.000021	0 -	0
1.2. vennuosimu	2003年	-	_	-	-	< 0.00071	< 0.00041	-	-	-	< 0.0000019
	2004年	_	<0.0000025	_	<u>-</u>	< 0.00060	<u> </u>	=	_	- -	<0.0000021
	2005年		_	_	_	< 0.00041	_	_	_	_	

^{*} TER:検出最高濃度(μg l¹) / 各藻類の ErC₅₀(μg l¹) ■:TER>1.0、■:TER>0.1

表13-3 河川、湖及び排水路における TER*(カフェンストロール、プレチラクロール及びメフェナセット)

酸アミド系除剤 カフェンストロール

		St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. a
录藻	2001年	0	-	0.35	-	0.22 0.37	0.15	0.074	0.041	0	-
? subcapitata	2002年 2003年	_	_	0.26	0.22	0.37 0.19	0.28 0.18	_	_	-	0.41 0.30
	2004年 2005年	_ _	0.19	_	-	0.19 0.19	_	- =	-	-	0.33
=		St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. a
录藻	2001年 2002年	0	-	<0.016 <0.012	- <0.010	<0.010 <0.017	<0.0068 <0.013	<0.0034	<0.0019	0	<0.019
C. vulgaris	2003年	-	=	-	-	< 0.0087	<0.013	-	=	=	< 0.014
	2004年 2005年	_	<0.0086	- -	_	<0.0087 <0.0086	_	_	-	= =	<0.015
=		St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. a
圭藻	2001年 2002年	0	=	<0.0016 <0.0012	<0.0010	<0.0010 <0.0017	<0.00068 <0.0013	<0.00034	<0.00019	0	<0.0019
1. minutissimum	2003年	_	_	-	_	< 0.00087	<0.0013	=	=	=	< 0.0014
	2004年 2005年	-	<0.00086	-	_	<0.00087 <0.00086	<u>-</u> -	= =	= =	= =	<0.0015
-		St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. a
 - - - - - - - - - -	2001年 2002年	0	-	<0.0016 <0.0012	<0.0010	<0.0010 <0.0017	<0.00068 <0.0013	<0.00034	<0.00019	0	<0.0019
M. tenuissima	2003年	_	-	-	_	< 0.00087	<0.0013 <0.00081	=	=	=	< 0.0014
	2004年 2005年	- -	<0.00086	- -	-	<0.00087 <0.00086	<u>-</u>	=	=	=	<0.0015
・ 酸アミド系除剤	 웨										
プレチラクロー											
-		St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. a
禄藻	2001年 2002年	0		0.16 0.30	0.23	0.38 0.38	0.20 0.38	0.13	0.012	0.0078	0.46
P. subcapitata	2003年	-	-	-	-	0.49	0.35	=	-	=	1.1 0.92
	2004年 2005年	-	0 -	<u>-</u>	-	0.41 0.35	<u>-</u>	= =	-	- -	0.92
=		St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. a
禄藻	2001年 2002年	0	=-	<0.013 <0.025	< 0.020	<0.032 <0.032	<0.017 <0.032	<0.011	<0.00098	<0.00066	<0.039
C. vulgaris	2003年 2004年	-	-	-	=	< 0.041	< 0.030	=	-	=	< 0.091
_	2005年		0 -	-	_	<0.034 <0.030	_	-		-	<0.077
- -		St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. a
圭藻 • · · · · ·	2001年 2002年	0	= =	$0.0017 \\ 0.0032$	0.0025	$0.0041 \\ 0.0041$	$0.0021 \\ 0.0041$	0.0014	0.00013	0.000085	0.0050
4. minutissimum	2003年 2004年	-	0	-	=	0.0053 0.0044	0.0038	=	-	=	0.012
_	2005年	=	-	=	=	0.0044	=	= =	=	=	0.010
=		St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. a
藍藻	2001年 2002年	0	- -	<0.000058 <0.00011	<0.000086	<0.00014 <0.00014	<0.000073 <0.00014	<0.000049	<0.0000043	<0.0000029	<0.0001
M. tenuissima	2003年	-	-	-	-	< 0.00018	< 0.00014	-	-	-	< 0.00040
	2004年 2005年	-	0 -	-	-	<0.00015 <0.00013	- -	= =	-	-	<0.0003
・ 酸アミド系除剤											
メフェナセッ									0.0	St. 9	St. a
メフェナセッ ₋	•	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	Jt. 3	ot. u
- 禄藻	2001年	St. 1	St. 2	0.030	-	0.041	0.049	St. 7 0.026	St. 8 0.0062	0.0021	-
- 禄藻	2001年 2002年 2003年	0 - -	- - -	0.030 0.020 -	0.033	0.041 0.061 0.034	0.049 0.044 0.038	0.026	0.0062 - -	0.0021 - -	0.089 0.10
- 录藻	2001年 2002年			0.030	-	0.041 0.061	0.049 0.044				0.089
- 录藻	2001年 2002年 2003年 2004年	0 - - -	- - 0.0016	0.030 0.020 -	0.033	0.041 0.061 0.034 0.052	0.049 0.044 0.038	0.026 - - -	0.0062 - - -	0.0021 - - -	0.089 0.10 0.062
- 录漢 ? subcapitata = - 录藻	2001年 2002年 2003年 2004年 2005年	0 - - - - - - St. 1	0.0016 - St. 2	0.030 0.020 - - - - St. 3 <0.00075	0.033 - - - - St. 4	0.041 0.061 0.034 0.052 0.039 St. 5	0.049 0.044 0.038 - - St. 6 <0.0013	0.026 - - -	0.0062 - - - -	0.0021 - - - - -	0.089 0.10 0.062 - St. a
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	2001年 2002年 2003年 2004年 2005年 2001年 2002年 2003年	0 - - - - - St. 1	0.0016 St. 2	0.030 0.020 - - - - St. 3 <0.00075 <0.00005	0.033 - - - St. 4 - <0.00083	0.041 0.061 0.034 0.052 0.039 St. 5 <0.0010 <0.0015 <0.00088	0.049 0.044 0.038 - - St. 6	0.026 St. 7 <0.00067	0.0062 St. 8 <0.00016	0.0021 St. 9 <0.000054	0.089 0.10 0.062 - St. a - <0.0023 <0.0027
- 录漢 ? subcapitata = - 录藻	2001年 2002年 2003年 2004年 2005年 2001年 2002年 2003年 2004年	0 - - - - - - St. 1	0.0016 St. 2	0.030 0.020 - - - - St. 3 <0.00075	0.033 - - - - St. 4	0.041 0.061 0.034 0.052 0.039 St. 5 <0.0010 <0.0015 <0.00088 <0.0013	0.049 0.044 0.038 - - St. 6 <0.0013 <0.0011	0.026 	0.0062 St. 8 <0.00016	0.0021 St. 9 <0.000054	0.089 0.10 0.062 - St. a - <0.0023
- 录漢 ? subcapitata = - 录藻	2001年 2002年 2003年 2004年 2005年 2001年 2002年 2003年	0 - - - - - St. 1	0.0016 St. 2	0.030 0.020 - - - - St. 3 <0.00075 <0.00005	0.033 - - - St. 4 - <0.00083	0.041 0.061 0.034 0.052 0.039 St. 5 <0.0010 <0.0015 <0.00088 <0.0013 <0.0010	0.049 0.044 0.038 - - St. 6 <0.0013 <0.0011 <0.00096	0.026 - - - - St. 7 <0.00067 - - -	0.0062 St. 8 <0.00016 	0.0021 - - - - - - - - - - - - -	-0.089 0.10 0.062 St. a <0.0023 <0.0027 <0.0016
メフェナセッ - 緑藻 P. subcapitata = 緑藻 C. vulgaris = 主漢	2001年 2002年 2003年 2004年 2005年 2001年 2002年 2003年 2004年 2005年	0 - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	St. 2 - <0.00042 - St. 2	0.030 0.020 - - - St. 3 <0.00075 <0.00005 - - - St. 3	0.033 	0.041 0.061 0.034 0.052 0.039 St. 5 <0.0010 <0.0015 <0.00018 <0.0013 <0.0010 St. 5 0.00089	0.049 0.044 0.038 - - St. 6 <0.0013 <0.0011 <0.00096 - - - St. 6	0.026 St. 7 <0.00067	0.0062 St. 8 <0.00016	0.0021 St. 9 <0.000054	-0.089 0.10 0.062
禄漢 P. subcapitata = 禄漢 C. vulgaris	2001年 2002年 2003年 2004年 2005年 2001年 2002年 2003年 2004年 2005年	0 - - - - St. 1 0 - - - - - St. 1	0.0016 St. 2 - <0.000042 St. 2	0.030 0.020 - - - St. 3 <0.00075 <0.00005 - - - St. 3	0.033 St. 4 <0.00083 St. 4	0.041 0.061 0.034 0.052 0.039 St. 5 <0.0010 <0.0015 <0.0008 <0.0013 <0.0010 St. 5	0.049 0.044 0.038 - - St. 6 <0.0013 <0.0011 <0.0096 - - St. 6	0.026 St. 7 <0.00067 St. 7	0.0062 St. 8 <0.00016 St. 8	0.0021 	St. a

St. 5

<0.00063 <0.00093 <0.00053 <0.00080 <0.00060 St. 6

<0.00075 <0.00068 <0.00058 St. 7

<0.00040

St. 8

<0.000095 ----- St. 9

<0.000033

St. a

<0.0014 <0.0016 <0.00095

St. 4

< 0.00050

St. 2

-

< 0.000025

St. 1

0 - - - - - -

2001年 2002年 2003年 2004年 2005年

藍藻 M. tenuissima St. 3

<0.00045 <0.00030

^{*} TER:検出最高濃度(μ g l¹)/ 各藻類の ErC_{50} (μ g l¹) ■: TER>1.0、 ■: TER>0.1

石原:河川生態系の一次生産性に及ぼす除草剤の影響評価手法開発

表13-4 河川、湖及び排水路における TER* (ジメタメトリン及びシメトリン)

トリアジン系除剤 ジメタメトリン

		St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. a
緑藻	2001年	0	_	0.028	-	0.025	0.023	0.012	0.0077	0	-
P. subcapitata	2002年	_	_	0.032	0.028	0.028	0.030	_	_	-	0.032
	2003年 2004年	_	0	_	_	0.037 0.035	0.035	_	= =	_	0.16 0.087
	2005年	=	-	=	=	0.033	=	=	=	=	-
		St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. a
緑藻	2001年	0	-	0.025	-	0.022	0.020	0.011	0.0067	0	_
C. vulgaris	2002年	_	-	0.028	0.025	0.025	0.026	-	=	-	0.028
	2003年 2004年	_	0		_	0.032 0.030	0.030	_	<u> </u>	_	0.14 0.075
	2005年	-	-	_	-	0.025	_	_	-	_	-
		St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. a
珪藻	2001年	0	-	0.045	-	0.039	0.037	0.019	0.012	0	-
A. minutissimum	2002年	-	-	0.050	0.045	0.045	0.047	-	-	-	0.050
	2003年	_	-	_	=	0.058	0.055	_	_	_	0.25
	2004年 2005年	=	0 -	- -	=	0.055 0.045	_	_	=	=	0.14
		St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. a
藍藻	2001年	0	-	0.13	-	0.12	0.11	0.057	0.035	0	_
M. tenuissima	2002年	-	-	0.15	0.13	0.13	0.14	=	_	-	0.15
	2003年	=	-	=	-	0.17	0.16	=	=	-	0.72
	2004年 2005年	_	0	-	-	0.16 0.13	_	_	_	_	0.40
シメトリン		St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. a
緑藻	2001年	0	_	0.0017	_	0.022	0.014	0.013	0.0011	0	_
P. subcapitata	2002年	-	-	0.0084	0.011	0.032	0.043	=	-	-	0.0049
	2003年	-	-	_	-	0.065	0.043	-	_	-	0.032
	2004年 2005年	_	0	<u>-</u>	<u> </u>	0.065 0.062	_	_	_	_	0.14
	20054					0.002					
		St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. a
緑藻	2001年	0	-	0.00044	-	0.0059	0.0037	0.0035	0.00029	0	=
C. vulgaris	2002年	-	-	0.0022	0.0028	0.0086	0.011	-	-	=	0.0013
	2003年	-	_	_	-	0.017	0.011	-	-	-	0.0086
	2004年 2005年	=	0 -	- -	- -	$0.017 \\ 0.016$	<u> </u>	=	= =	- =	0.038
		St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. a
珪藻 4 ····································	2001年	0	-	0.0012	0.0076	0.016	0.010	0.0096	0.00078	0	- 0.0005
A. minutissimum	2002年 2003年	_	-	0.0061	0.0076	$0.024 \\ 0.047$	0.031 0.031	=	-	_	0.0035 0.024
	2003年 2004年	_	0	_	_	0.047	0.031	-	=	_	0.024
	2005年	-	_	=	-	0.045	=	-	=	-	-
		C4 1	0, 0	Ct O		C: -	Ct. C	C: 7	- C4 0	Ct. 0	- Cu
-He obt		St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. a
藍藻	2001年	0	-	0.0039	-	0.052	0.033	0.031	0.0025	0	-
M. tenuissima	2002年 2003年	_	_	0.019	0.024	0.075	0.10	- -	_	_	0.011
	2003年 2004年	_	0	_	_	0.15 0.15	0.10	-	=	_	0.075
	2005年	_	_	_	_	0.13	_	-	-	-	0.55
						U.A.A					

^{*} TER:検出最高濃度(μg l¹) / 各藻類の ErC₅₀(μg l¹) ■:TER>1.0、■:TER>0.1

表13-5 河川、湖及び排水路における TER* (イマゾスルフロン及びベンスルフロンメチル)

スルホニルウレア系除剤 イマゾスルフロン

尿素系除剤

1	<u> </u>										
		St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. a
緑藻	2001年	0	-	0.00054	. 	0.0015	0.0012	0.00060	0.00024	0	
? subcapitata	2002年 2003年	_	_	0.00099	0.0014	0.0011 0.00099	0.0012 0.0011	_	=	_	0.0035 0.0070
	2003年	_	0.000040	_	=	0.00039	0.0011	_	=	-	0.0076
	2005年	=		=	-	0.0013	=	=	=	-	
		St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. a
录藻	2001年	0	=	< 0.000054	-	< 0.00015	< 0.00012	< 0.000060	< 0.000024	0	-
C. vulgaris	2002年 2003年	-	_	< 0.000099	< 0.00014	<0.00011 <0.000099	<0.00012	-	-	-	<0.0003 <0.0007
_	2003年	_	< 0.000004	=	=	<0.00012	<0.00011	=	=	_	<0.0007
	2005年	-		-	-	< 0.00013	-	-	=	-	
		St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. a
圭藻	2001年	0	-	< 0.000054	_	< 0.00015	< 0.00012	< 0.000060	< 0.000024	0	-
1. minutissimum	2002年 2003年	_	=	<0.000099	<0.00014	<0.00011 <0.000099	<0.00012 <0.00011	_	_	_	<0.0003
	2004年	-	< 0.0000040	-	-	< 0.00012	_	-	-	-	< 0.0003
	2005年	-	-	-	-	< 0.00013	-	-	_	-	-
		St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. a
 監藻	2001年	0	-	0.015	- 0.029	0.041	0.032	0.016	0.0065	0	0.005
M. tenuissima	2002年 2003年	_	_	0.027	0.038	$0.030 \\ 0.027$	0.032 0.030	_	_	_	0.095 0.19
	2004年 2005年	-	0.0011	-	-	0.032 0.035	-	_	<u>-</u> -	_	0.097
スルホニルウレ	ア系除剤	ij									
ベンスルフロン	メチル										
		St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. a
录藻	2001年	0	-	0.037	-	0.019	0.015	0.0098	0.0032	0	. .
? subcapitata	2002年 2003年	_	- -	0.019	0.018	0.013 0.010	$0.013 \\ 0.012$	<u>-</u>	=	-	$0.044 \\ 0.032$
	2003年	_	0.00082	-	_	0.0089	_	-	_	_	0.032
	2005年	-	-	-	-	0.011	-	-	-	-	-
		St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. a
录藻	2001年	0	-	< 0.00023	-	< 0.00012	< 0.000096	< 0.000061	< 0.000020	0	-
C. vulgaris	2002年 2003年	-	=	< 0.00012	< 0.00011	< 0.000082	< 0.000078	_	-	-	< 0.0002
_					10.00011						-0.0009
	2003年	=	<0.0000051	_	-	< 0.000065	<0.000078	_	=	_	<0.0002
	2003年 2004年 2005年	=	<0.0000051	- - -	- - -			- - -	- - -		<0.0002 <0.0001
	2004年		<0.0000051 St. 2	St. 3	St. 4	<0.000065 <0.000055	<0.000076	St. 7	- - St. 8		<0.0002 <0.0001 - St. a
圭藻	2004年 2005年 ———————————————————————————————————	St. 1	St. 2	St. 3 <0.00023	St. 4	<0.000065 <0.000055 <0.000067 St. 5	<0.000076 - - St. 6 <0.000096	St. 7	St. 8	-	<0.0001 - St. a
	2004年 2005年 2001年 2002年	- St. 1	=	- St. 3	- - -	<0.000065 <0.000055 <0.000067 St. 5 <0.00012 <0.000082	<0.000076 - St. 6 <0.000096 <0.000078	<0.000061		St. 9	<0.0001 St. a
	2004年 2005年 2001年 2002年 2003年	St. 1	St. 2	St. 3 <0.00023	St. 4	<0.000065 <0.000055 <0.000067 St. 5 <0.00012 <0.000082 <0.000065	<0.000076 - - St. 6 <0.000096			St. 9	<0.0001 St. a - <0.0002 <0.0002
	2004年 2005年 2001年 2002年	St. 1	St. 2	St. 3 <0.00023	St. 4	<0.000065 <0.000055 <0.000067 St. 5 <0.00012 <0.000082	<0.000076 - St. 6 <0.000096 <0.000078	<0.000061		St. 9	<0.0001 St. a - <0.0002 <0.0002
	2004年 2005年 2001年 2002年 2003年 2004年	St. 1	St. 2	St. 3 <0.00023	St. 4	<pre><0.000065 <0.000055 <0.000067 St. 5 <0.00012 <0.000082 <0.000065 <0.000055</pre>	<0.000076 - St. 6 <0.000096 <0.000078 <0.000076	<0.000061		St. 9	<0.0001 St. a
1. minutissimum	2004年 2005年 2001年 2002年 2003年 2004年 2005年	St. 1 0 St. 1 0t. 1	St. 2	St. 3 <0.00023 <0.00012	St. 4	<000065 <0.000055 <0.000067 St. 5 <0.00012 <0.000082 <0.000055 <0.000067 St. 5	<0.000076 St. 6 <0.000096 <0.000078 <0.000076 - St. 6 0.64	<0.000061 - - - -	<0.000020 - - - - -	St. 9 0 	<0.0001 St. a <0.0002 <0.0002 <0.0001 St. a -
圭藻 1. minutissimum 蓝藻 M. tenuissima	2004年 2005年 2001年 2002年 2003年 2004年 2005年 2001年 2002年	St. 1 0	St. 2	St. 3 <0.00023 <0.00012 St. 3	St. 4	 <0.000065 <0.000055 <0.000067 St. 5 <0.00012 <0.000082 <0.000065 <0.000065 <0.000065 <0.000065 <0.00005 <0.00005 <0.00005 <0.00005 <0.00005 <0.00005 	 <0.000076 St. 6 <0.000096 <0.000078 <0.000076 St. 6 O.64 0.52 	<0.000061	<0.000020	St. 9 0 St. 9	<0.0001 St. a - <0.0002 <0.0002 <0.0001 St. a
A. minutissimum 蓝藻	2004年 2005年 2001年 2002年 2003年 2004年 2005年	St. 1 0 St. 1 0t. 1	St. 2	St. 3 <0.00023 <0.00012	St. 4	<000065 <0.000055 <0.000067 St. 5 <0.00012 <0.000082 <0.000055 <0.000067 St. 5	<0.000076 St. 6 <0.000096 <0.000078 <0.000076 - St. 6 0.64	<0.000061 - - - - - St. 7	<0.000020 - - - - - - St. 8	St. 9 0 	<0.0001 St. a - <0.0002 <0.0002 <0.0001

^{*} TER:検出最高濃度(μg l¹) / 各藻類の ErC₅₀(μg l¹) ■:TER>1.0、■:TER>0.1

表13-6 河川、湖及び排水路における TER* (ダイムロン)

タイムロン											
		St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. a
禄藻	2001年	0	=	< 0.0075	=	< 0.0079	< 0.0049	< 0.0030	< 0.0010	< 0.00020	
P. subcapitata	2002年	-	-	< 0.0091	< 0.014	< 0.0088	0	-		-	< 0.028
. suocapuata	2003年	-	_	-	-	< 0.0076	< 0.0086	-	-	-	<0.050 <0.026
	2004年	-	< 0.00045	-	-	< 0.0078	-	-	-	-	< 0.026
	2005年	-	-	-	_	< 0.0065	_	=	-	=	-
		St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. a
录藻	2001年	0	_	< 0.0075	_	< 0.0079	< 0.0049	< 0.0030	< 0.0010	< 0.00020	
C. vulgaris	2002年 2003年	_	_	< 0.0091	< 0.014	< 0.0088	0	-	_	-	< 0.028
o. viligario	2003年	-	_	-	-	< 0.0076	< 0.0086	_	_	_	<0.050 <0.026
	2004年	-	< 0.00045	-	-	< 0.0078	-	_	_	_	< 0.026
	2005年	_	_	_	-	< 0.0065		_	_		
		St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. a
圭藻	2001年	0	-	< 0.0075	-	< 0.0079	< 0.0049	< 0.0030	< 0.0010	< 0.00020	_
1. minutissimum	2002年	-	_	< 0.0091	< 0.014	< 0.0088	0	_	_	_	<0.028 <0.050
1. ////////////////////////////////////	2003年	-	=	-	-	< 0.0076	< 0.0086	-	-	-	< 0.050
	2004年	-	< 0.00045	-	-	< 0.0078	-	-	-	-	< 0.026
	2002年 2003年 2004年 2005年	_	-	_	-	< 0.0065		_	-	_	
		St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. a
藍藻	2001年	0	-	< 0.0075	-	< 0.0079	< 0.0049	< 0.0030	< 0.0010	< 0.00020	-
M. tenuissima	2002年	_	_	< 0.0091	< 0.014	< 0.0088	0	-	-	=	< 0.028
11. 10111110011110	2003年	-	_		=	< 0.0076	< 0.0086	-	_	-	< 0.050
	2004年	-	< 0.00045	-	-	< 0.0078	-	_	_	_	< 0.026
	2005年	_	_	_	_	< 0.0065	_	_	_	_	_

^{*} TER:検出最高濃度($\mu g\ l^{\cdot l}$)/ 各藻類の ErC_{50} ($\mu g\ l^{\cdot l}$) \blacksquare : TER>1.0、 \blacksquare : TER>0.1

Ⅵ 珪藻を用いた生長阻害試験方法の開発

1 緒言

農薬等化学物質の生態影響評価の初期段階では、河川 生態系の一次生産者に対する影響評価を目的に、単細胞 の藻類を用いた生長阻害試験の結果が利用されている。 現在、藻類の生長阻害試験に最もよく使用されている種 は、淡水産浮遊性緑藻の P. subcapitata である。本種は OECD、USEPA 等の試験指針(OECD、1984、2002; ISO、1989; USEPA、1996)で推奨試験生物に指定され ている。

淡水産付着性珪藻は流れのある水域で優位に生息が可 能であり (Wehr et al., 2003)、概して流れの速い日本の 河川では他の付着性藻類と共に優占種として一次生産を 支えている (秋山ら, 1986)。河川の一次生産性に対す る化学物質の影響評価をより現実の環境に即して行うに は、浮遊性緑藻のみでなく淡水産付着性珪藻に及ぼす影 響を明らかにすることが重要である(国立環境研究所、 1999)。淡水産付着性珪藻の生態については、水質汚濁 との関係についての研究が進んでおり、我が国において も河川の有機汚濁度の指標生物として利用されている (渡辺, 1962, 2005; Kobayashi et al., 1982, 1989; Watanabe et al., 1986)。しかし、ここで言う有機汚濁は 河川の腐水性体系を示しており、農薬等有機合成化学物 質による汚染は含まれていない。そのため、農薬等有機 合成化学物質による汚染と淡水産付着性珪藻の生態に関 する研究報告は、除草剤抵抗性に関する研究を除き限ら れている (Hamala et al., 1985; Jurgensen et al., 1990; Kasai et al., 1995a, 1995b; Tang et al., 1997; Kasai, 1998; Nelson et al., 1999; Seguin et al., 2001; Rimet et al., 2004; Jansen et al., 2005).

珪藻を用いた生長阻害試験については、USEPA (1996) 及び ISO (国際標準化機構: International Standards Organization) (1995) 等で試験指針が定められている海産浮遊性珪藻 Skeletonema costatum を用いた報告が最も多い。淡水産付着性珪藻については、USEPA の試験指針で Fistulifera pelliculosa が推奨種として示されている。また近年、OECD では藻類生長阻害試験の試験指針の改定が進められており、F. pelliculosa は OECD (2002) の試験指針においても推奨種として検討されている。このように一部の種類については試験法が示されているものの、現行の藻類生長阻害試験は、液体培養で安定した継代培養が可能な浮遊性の藻類及び付着性の低い藻類に適用が限られている。これは、多くの付着性珪藻は液体培

養条件下では培養容器壁面への付着性が高いため液体培養での安定した培養が難しく、現行の試験指針への適用 が難しいことが要因となっている。

そこで、本章では付着性の高い淡水産付着性珪藻の薬 剤感受性を簡易に検定できる生長阻害試験の方法を検討 すると共に、本試験方法に適用可能な珪藻の種類につい て検討を行った。

2 材料及び方法

(1) 試験生物

試験法の検討及び試験法への適用性評価には、10種の 淡水産付着性藻類を使用した。河川付着性珪藻を用い た生長阻害試験方法の検討は無菌の A. minutissimum を 用いて行った。開発した試験法へ適用可能な珪藻種の 検討には、9種類の非無菌淡水産付着性藻類 (Craticula molestiformis, Eolimna minima, Eolimna subminuscula, Fistulifera saprophila, Mayamaea atomus, Nitzschia palea, Planothidium frequentissimum, Planothidium lanceolatum 及び Sellaphora seminulum) を用いて最 適培養条件を検討した。写真2に走査型電子顕微鏡 (KEYENCE、VE-8800) で撮影した各珪藻の被殼像及 び採集地点を示す。珪藻の同定は、走査型電子顕微鏡に よる被殻像を基に行った。A. minutissimum は、財団法 人地球・環境フォーラム (現 独立行政法人国立環境研 究所・環境研究基盤技術ラボラトリー)より分与された NIES-71株を使用した。その他の種については、2005年 6月27日に茨城県つくば市を流下する逆川の臼井(St.2) 及び桜川の君島(St.5)の河床石表面から分離し、継代 培養しているものを使用した。なお、St.5は周囲に水田が 分布する水田排水の流入のある地点であり、St.2は上流 に水田がない水田排水の影響を受けない地点である(図 2)。両地点において石表面より採集した珪藻群集試料 (n=30、各地点それぞれ30個の石より採集)から同形同種 の珪藻を重複して分離しないよう注意し、寒天平板法で 付着性珪藻の分離を試み、付着性珪藻種の分離の容易さ を評価した。いずれの種においても、継代培養及び生長 阻害試験には Csi 培地 (GEF, 1997) を改変した培地を 用いた(表7)。継代培養には1.5%の寒天培地を用い、培 養条件は白色蛍光灯による上部照明で照度約 2,000lux、 連続照明、温度 20±2℃とした。

(2) 生長阻害試験方法の検討

河川付着性珪藻を用いた生長阻害試験方法の検討は、 カナダ環境省が公定法として示している96穴のマイクロ

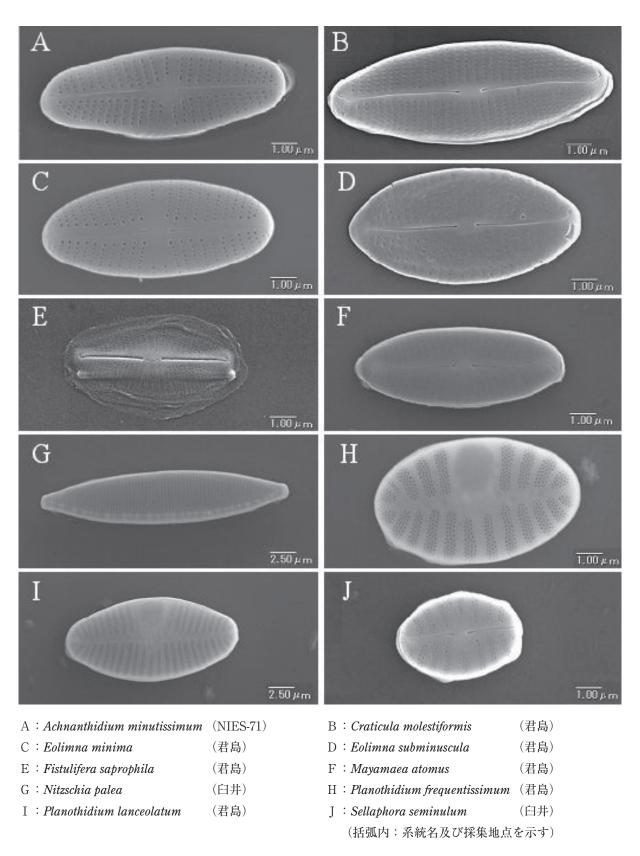


写真2 各種珪藻の走査型電子顕微鏡像

プレートを利用した緑藻 *P. subcapitata* の生長阻害試験の 試験指針 (Env. Canada, 1992) を参考に行った。

1) 細胞数計測手法の定量性

試験方法の開発に先立ち、試験の定量性の評価を目的 に、以下の3点(①~③)について検討を行った。

- ① 培地の蒸発量:マイクロプレートの各ウェルにおける試験期間中の培地の蒸発量を明らかにした。培地の蒸発量は精密秤(Mettler、AC100)で試験開始前及び72時間後に各ウェル中の培地の重さを測定し比較した。試験培地量は200µl well¹とした。培養器内の湿度は、湿度計(testo、test400)で測定した。なお、本試験では、珪藻の接種は行わなかった。
- ② 生物量の定量性:マイクロプレートリーダー (BIO-RAD、Model550 Microplate Reader)を用いた OD₆₈₀ (Optical Density 680 nm;クロロフィル a の吸収帯 のピーク波長)測定による細胞数計測の定量性を評価した。評価は OD₆₈₀測定による測定値とトーマ血球計算盤 (Kayagaki irikakogyo co. Ltd.、Haemacytometer)を用いた細胞数の計測結果を比較して行った。試験開始時及 び24時間毎の72時間まで OD₆₈₀及び細胞数を計測した。試験は 6 連で行った。
- ③ 各ウェルにおける生長の変動:培養72時間後のOD₆₈₀を測定し、1プレート中におけるウェル間の A. minutissimum の生長速度の変動を評価した。静置培養と1日に2回マイクロプレートミキサーにて試験容器を撹拌する培養方法での変動を比較すると共に、2種類のマイクロプレート(U底及び平底)間での変動を比較した。試験は60連(1プレート96ウェル中における周縁の36ウェルを除いた60ウェル)で行った。試験終了時にウェル底面への細胞の付着を倒立顕微鏡(Leica、DM IRB)で観察し、付着の均一性を観察した。いずれの試験もその他の試験条件は後述の生長阻害試験方法に準じて行った。

2) A. minutissimum の最適培養条件の検討

試験法の開発に使用した A. minutissimum の最適培養条件を検討した。異なる温度(10、15、20、25及び30℃)、及び照度条件(<math>2,000及び5,000lux)で培養し、最適培養条件を検討した。試験は3連で行った。その他の試験条件は後述の生長阻害試験方法に準じて行った。試験開始直後及び24時間毎に72時間後まで OD_{680} を測定し、試験開始時から72時間後における生長速度($\mu0$ -72h)を算出した。 $\mu0$ -72h から倍加時間(D_t)を求め、最適な培養

条件の検討を行った。以下 μ 0-72h 及び D_t の算出方法を示す。

$$\mu 0 - 72h = \ln (72h - OD_{680} / 0h - OD_{680}) / 72 \cdot \cdot \cdot (5)$$

72h-OD₆₈₀:培養72時間後における680nm の吸光度 0h-OD₆₈₀:試験開始時における680nm の吸光度

3) 生長阻害試験方法の検討

試験生物調製の簡易化を目的に、珪藻の前培養は寒天 培地を用い静置培養で行った。前培養を3~5日間行 い対数増殖期にある珪藻コロニーを滅菌した爪楊枝を用 い回収し、予め1mlの液体培地を分注した1.5mlの遠心 チューブに懸濁した。ボルテックス及び卓上簡易遠心機 を用い、上澄み液が透明になるまで洗浄を繰り返し、こ れを試験生物とした。試験開始時のA. minutissimum の 細胞数は約5×10⁴cells ml⁻¹ (OD₆₈₀ ≒ 0.007 well⁻¹に相当) とした。試験容器には低蒸発タイプの蓋付き・平底の96 穴マイクロプレート (FALCON® 35 1172 MICROTESTTM Flat Bottom) を用いた。試験培地量は200µl well⁻¹とし、 195山の培地に5山の試験生物を含む培地を加えること により試験開始とした。珪藻の生長速度は OD680を計測 して算出した。培養条件は温度20±2℃、照度約2,000lux (白色蛍光灯による上部連続照明) とし、1日に2回マイ クロプレートミキサーにて試験容器を撹拌した。なお、 試験期間中に培地の蒸発を低減するため、水を入れた腰 高シャーレを培養器 (SANYO、MIR-153) 内に2つ置 き、培養器内を高湿度に維持した。

(3) 試験方法の再現性の評価

試験の再現性は、被検物質としてトリアジン系除草剤の一つであるジメタメトリン(Wako 分析用標準品 純度 >99%)を用いて生長阻害試験を行うことにより評価した。試験は6連9濃度区(公比:2.0、設定最高濃度区:240μg l⁻¹)で行い、試験開始直後及び24時間毎に72時間後まで OD₆₈₀を計測した。試験溶液中のジメタメトリン濃度は HPLC/UV(High Performance Liquid Chromatography;高速液体クロマトグラフィー、HITACHI 7000シリーズ、UV 検出器)を用いて試験開始時に測定を行った。溶解補助剤対照区における生長速度(OD₆₈₀値の増加速度)との比較により各濃度区の生長阻害率を求め、濃度-生長阻害曲線を作図し、最小二乗

表14 ジメタメトリンの分析条件

HPLC Hitachi 7000 Series Column Wako Wakosil-II 5C18AR (4.6×250mm)

Guard Column GL Sciences Cartridge Guard Column E (4.0 × 20mm)
Elution Gradient elusion, methanol/water =65/35→100/0(0-12min

Gradient elusion, methanol/water = $65/35 \rightarrow 100/0 (0-12min)$ 100/0 (12-15min)

Flow rate 1ml/min Injection 10µl

Detection UV at 230nm

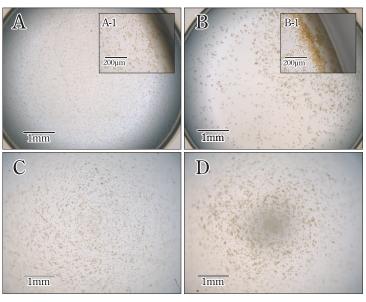


写真 3 A. minutissimumをマイクロプレートで72時間培養した後のウェル底面の状態 A: 平底, 1日に2回容器を撹拌 B: 平底, 撹拌なし A-1: 写真Aの縁部分の拡大図 B-1: 写真Bの縁部分の拡大図

法により半数生長阻害濃度 $(ErC_{50} 0-72h)$ を算出した。なお、 $ErC_{50} 0-72h$ の算出には、試験開始時におけるジメタメトリン濃度の分析値を使用した。本試験を繰り返し7回行い、本試験方法の再現性を評価した。以下に生長阻害率 $(I\mu)$ の算出方法を示す。

C:U底, 1日に2回容器を撹拌

 $I\mu = 100 - ((\mu 0 - 72 \text{hn} / \mu 0 - 72 \text{hc}) \times 100) \cdot \cdot \cdot \cdot (7)$

 μ 0-72hn: 試験区における生長速度 μ 0-72hc: 対照区における生長速度

(4) 試験溶液の調製法及び濃度分析法

ジメタメトリン分析用標準品2.0mg を200 μ l の DMSO (Dimethyl Sulfoxide) に溶解した。この DMSO 溶液をスターラーで撹拌している液体培地200 μ l 中に滴下し、試験溶液一次原液 (μ l で調製した。一次原液を10倍に希釈した溶液を試験溶液二次原液 (μ l で高水した溶液を試験溶液二次原液 (μ l で高液を調像)とし、これを段階的に希釈し各試験濃度区の溶液を調

製した。溶解補助剤対照区はジメタメトリン最高濃度区における DMSO 濃度と等しくなるよう培地に DMSO を添加し調製した。濃度分析は試験開始時の二次原液についてのみ行った。二次原液 $1 \, \text{ml} \, \text{kl} \, \text{ml} \, \text$

(5) 適用可能な珪藻種の検討

D: U底, 撹拌なし

9種の淡水産付着性珪藻 (C. molestiformis、E. minima、E. subminuscula、F. saprophila、M. atomus、N. palea、P. frequentissimum、P. lanceolatum及びS. seminulum) について最適培養条件を検討した。試験は前述のA. minutissimum の最適培養条件の検討方法に準じて行い、(5)、(6) 式を用い、 D_t を求め、最適な培養条件の検討を行った。また、最適条件下における D_t 及び試験終了時の OD_{680} 値を比較し、各付着珪藻の試験法への適用性を評価した。

3 実験結果と考察

(1) 付着性珪藻を用いた生長阻害試験

1) 細胞数測定手法の定量性

試験期間中、培養器内に水を入れた腰高シャーレを置 いたところ、培養器内の湿度は送風機の作動中に若干の 変動は認められるものの、80%以上に維持された。本試 験条件において96穴マイクロプレートの各ウェル中の培 地は、試験条件下における72時間のインキュベートで平 均3.8% 蒸発した (n=96、平均蒸発量: 7.1 ul well⁻¹、変動 係数:3.0%)。しかし、蒸発量が多い縁のウェルを除くと 平均蒸発率は1.7% と低かった (n=60、平均蒸発量:3.3ul well⁻¹、変動係数:0.4%)。内側のウェルを試験に使う限 りでは変動係数は0.4%と小さく、各ウェル間での差は小 さいものと考えられた。なお、周縁のウェルの平均蒸発 率は6.9% であった (n=36、平均蒸発量:13.5 μl well⁻¹、変 動係数:2.5%)。通常96穴マイクロプレートを用いた浮 遊性緑藻の生長阻害試験では、丸底もしくはU底のマイ クロプレートの使用が推奨されている(Env. Canada, 1992)。しかし、付着性珪藻を96穴マイクロプレートで培 養する場合、丸底やU底では珪藻が各ウェル底の中心に 偏って付着し生長するため (写真3、C及び D)、吸光 度の計測による精確な細胞数の計測ができない。一方、 平底の96穴マイクロプレートでは、各ウェル底面に珪藻 が均一に付着し生長するため、再現性のある安定した珪 藻細胞数の測定が可能となった。また、試験期間中に1 日に2回マイクロプレートミキサーにて撹拌することに

より平底プレートの静置培養で発生するウェル内周縁部分への細胞の集積(写真3、B-1)を防止すると共に細胞をより均一にウェル底面に分散することができ(写真3、A-1)、各ウェル間での生長の変動をさらに抑制できた。4種の培養方法(平底・撹拌あり、平底・静置、U底・撹拌あり、U底・静置)による培養72時間後の OD_{680} の平均値(n=60)及び標準誤差は、それぞれ0.035 (SE=0.003)、0.027 (SE=0.008)、0.041 (SE=0.007)、0.072 (SE=0.014) であった。

 OD_{680} と A. minutissimum NIES -71株の細胞数との相関性を図14に示す。 OD_{680} 測定による測定値と細胞数には高い相関(決定係数; R^2 =0.991)が認められた。このことより、マイクロプレートリーダーを用いた OD_{680} 測定により定量的な A. minutissimum の細胞数の計測が可能であることが明らかになった。

2) A. minutissimum の最適培養条件

各培養条件における D_t を比較したところ、培養温度 $20\sim30^{\circ}$ で A. minutissimum の生長速度が速い傾向に あった(図15)。最適温度での培養時に、低照度区(約 2,000lux)と高照度区(約5,000lux)との間で生長速度に 差は認められなかった。被検物質の光分解を低減するために試験は低照度で行うことが望ましいことから、生長 阻害試験時におけるA. minutissimum の最適培養条件は、温度 20° 、照度約2,000lux とした。

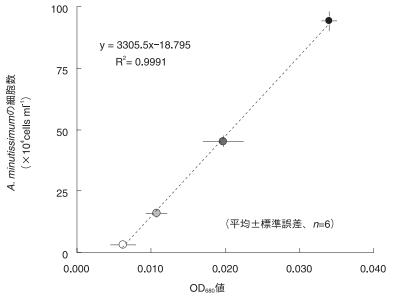


図14 OD₆₈₀値と A. minutissimum NIES-71株の細胞数との相関性 培養時間: ○:0時間、◎:24時間、◎:48時間、●:72時間

3) 試験生物の準備

試験に用いる珪藻の前培養を寒天固形培地上で行うことにより、液体培養では困難を要する試験生物の調製が容易に可能となった。しかし、すべての工程を液体培養で行う浮遊性藻類を対象とする現行の試験法とは異なり、固形培地を用いた培養から試験用の液体培地に珪藻を移植する方法では、液体培地移行時に珪藻細胞への物理的な傷害を完全に防ぐことは難しく、一部の細胞が試験生物調製時に破壊されてしまう。そのため、破壊された細胞から流出したクロロフィル及びクロロフィル分解物によって、試験溶液のバックグランド(OD680)が上昇し、精度の高い細胞数の計測が行えなくなる。そこで、試験生物を試験溶液に接種する前に洗浄を行うことにより、珪藻回収時のバックグランドの上昇防止を可能にした。

(2) 試験の再現性評価 (A. minutissimum NIES-71株のジメタメトリン感受性検定)

7回の試験における対照区の A. minutissimum の生長曲線を図16に示した。96穴マイクロプレートのウェルで対照区の A. minutissimum は試験期間中に指数増殖した。

反復して行った生長阻害試験では、試験溶液原液 $(1,000\mu g \ l^{-1}$ 溶液)中のジメタメトリンは、設定濃度の82 $\sim 124\%$ (平均94%、SE=15) の範囲であった。設定濃度 と実測濃度との間にばらつきが生じる要因としては、ジメタメトリンの水溶解度が低い($20mg \ l^{-1}$)(日本植物防疫協会、2005b) ことが考えられた。

濃度-生長阻害率曲線を図17に示す。 ErC_{50} 0-72hの平均値は、 $7.0\sim11.5$ μg Γ^1 (平均9.4μg Γ^1 、SE=1.7)の範囲であり、再現性の高い結果が得られた。試験開始時の対象区における OD_{680} の平均値は0.007 (SE=0.003) であり、図14の回帰式を利用し、細胞数に換算すると、 5.6×10^4 cells $m\Gamma^1$ であった。試験終了時における対象区の OD_{680} の平均値は0.050 (SE=0.010) であり細胞数に換算すると、 15×10^5 cells $m\Gamma^1$ ($SE=34\times10^4$) となり、試験終了時には試験開始時の細胞数と比べ $22\sim42$ 倍(平均32倍、SE=6.2)にまで増殖した。なお、第 Π 章の結果では、ジメタメトリン感受性は、緑藻の P. subcapitata で ErC_{50} 0-72h =6.0μg Γ^1 、同じく緑藻の C. vulgaris で ErC_{50} 0-72h =6.9μg Γ^1 、そして藍藻の M. tenuissima で ErC_{50} 0-72h =1.3μg Γ^1 であったことから、本種のジメタメトリンに対する感受性はその他の微細藻類と同程度であると考えられた。

本章で検討した A. minutissimum を用いた生長阻害試験の概要を表15に示した。

(3) 適用可能な珪藻種の検討

1) 試験生物の採集

両地点それぞれ30の珪藻群集試料から臼井及び君島でそれぞれ69株(4属)、92株(8属)の付着性珪藻を分離し培養することができた(表16)。 いずれの場所においても N. paleaを主とした、Nitzschia 属が分離されやすい傾向にあった。 Achnanthidium 属及び、C. molestiformis、E. subminuscula、F. saprophila、P. frequentissimum、P. lanceolatum は君島のサンプルからのみ分離できた(表16)。

A. minutissimum、E. minima は有機汚濁に対する広 適応性種とされており (Kobayashi et al., 1989) 河川 生態系の広範囲での生息が確認されている種である。こ れらの種は、平板培養法による珪藻の分離では、広範 囲の水域から分離できる傾向にあったが、中でも有機 汚濁の進んだ周囲が水田に囲まれた農村域の河川中流 域から分離しやすい傾向にあった。渡辺(2005)による と E. subminuscula、F. saprophila 及び S. seminulum は 有機汚濁に対する好汚濁性種とされており、Mayama (1999) は前2者を中汚濁耐性種群、後者を強汚濁耐性 種群に分類される種としている。E. subminuscula 及び F. saprophila は主として河川中流域から分離しやすい傾 向にあったが、S. seminulum は河川上流域から分離しや すい傾向にあった。M. atomus 及び N. palea も β 中腐水 性からα中腐水性の水域でしばしば優占種として出現す る種であり、有機汚濁に対する好汚濁性種とされている が (渡辺、2005)、平板培養法による珪藻の分離では有 機汚濁の進んだ場所のみでなく、河川上流域から下流域 まで幅広い範囲の環境から容易に分離が可能な種であっ た。M.atomus は水環境から出現するだけでなく、土壌 藻として気生的な環境からも出現する範囲の広い出現環 境をもつ種類であるとの報告もあり(Mayama et al., 1988)、この適応性の高さが M.atomus が幅広い範囲の 環境から容易に分離できる要因であると考えられた。P. frequentissimum 及び P. lanceolatum は好清水性種である が (渡辺、2005)、主として河川中流域から分離しやす い傾向にあった。好清水性種は化学物質に対して高感受 性が期待できると共に、指標試験生物種として期待でき る。C. molestiformis は中汚濁耐性種群の珪藻とされてい ると共に (Mayama, 1999)、電解質の豊富な水質や強腐 水性の汚濁水域に達した下水処理場に出現するとの報告 もあり (Lange-Bertalot, 2001)、有機汚濁に対する適 応性は高いと考えられている。平板培養法による珪藻の 分離では、河川中流域から分離された。

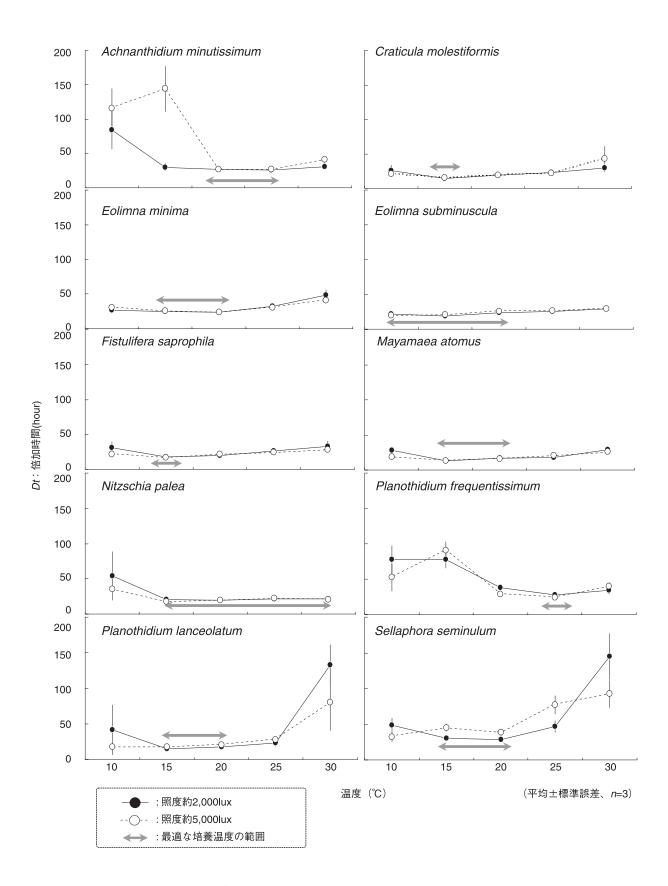


図15 各培養条件下での10種珪藻の倍加時間 図中の縦棒は標準誤差を示す

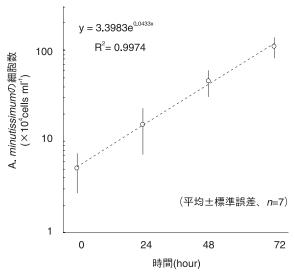


図16 対照区における A. minutissimum の生長曲線 図中の縦棒は標準誤差を示す

表15 珪藻 A. minutissimum を用いた生長阻害試験の概要

試験生物 初期細胞濃度 薬剤の濃度段階 試験期間	Achnanthidium minutissimum NIES-71 約5×10 ⁴ cells ml ⁻¹ (OD ₆₈₀ = 0.007) 公比:2.0、設定最高濃度区:240μg l ⁻¹ 静置培養(72時間)
連数 試験容器 培地 試験温度及び照度 測定項目 エンドポイント	(1日に2回試験容器を撹拌) 6連 96穴マイクロプレート(平底、蓋付き) 改良 Csi、200µl well ¹ 20±2°C、約2,000 lux(連続光) 680nmの吸光度(OD ₆₈₀) 72h-ErC ₅₀
前培養	前培養は固形培地を使用する

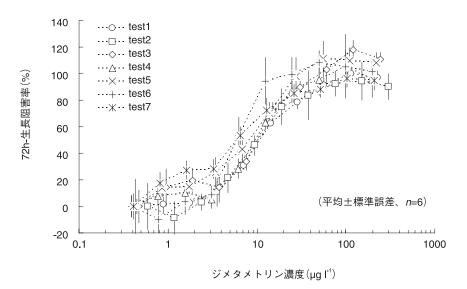


図17 ジメタメトリンによる、A. minutissimum の生長阻害曲線 図中の縦棒は標準誤差を示す(6連の試験を7回反復)

2) 最適培養温度及び照度の検討

河川より分離し、種を同定した9種の付着性珪藻に ついて、最適培養条件の検討を行った。それぞれの珪 藻の最適培養温度は、C. molestiformis が15~25℃、E. subminuscula、F. saprophila 及び M. atomus が $15\sim30$ °C、P. lanceolatum 及び S. seminulum が20~25℃、A.、E. minima 及び N. palea が $20\sim30$ °C、P. frequentissimum が $25\sim30$ °C であった。いずれの種類においても最適培養温度での培 養時に、低照度区(約2,000lux)と高照度区(約5,000lux)と の間で生長速度に大きな差は認められなかった(図15)。 速い生長速度(OD680値の倍加時間30時間以下で試験終了 時の OD₆₈₀値0.06以上) を示した種は、C. molestiformis、 E. minima, E. subminuscula, F. saprophila, M. atomus 及び N. palea であった。一方、生長速度が遅い(試験終 了時の OD₆₈₀値が0.03以下) 種は、P. frequentissimum 及 び S. seminulum であった (図18)。淡水産付着珪藻は浮 遊性緑藻ほど高い生長力が期待できないため、試験温度 はそれぞれの最適温度で行うことが、再現性の良い試験 のためには重要であると考えられた。

(4) 総合考察

マイクロプレートを用いた藻類生長阻害試験方法は、 三角フラスコ等を使用する従来法と比較して簡易かつ安 価な方法として開発が進められてきた (Blaise et al., 1986: St-Laurent et al., 1992)。本研究は、これまで浮遊性緑藻類を対象試験生物として開発が進められてきたマイクロプレートを用いた藻類生長阻害試験方法を改良することにより、淡水産付着珪藻の試験生物化を試みたものである。淡水の付着珪藻は河川の優占種として一次生産を支えているため、淡水産付着性珪藻の除草剤感受性を明らかにすることは、日本の河川での優占種ではない浮遊性の緑藻のみを指標生物とした現行の評価手法における不確実性を減少させるための有効な手段の一つに

表16 逆川(臼井)及び桜川(君島)から平板培養法により単離した珪藻種

	臼井	君島	
Achnanthidium minutissimum	0	10	
Achnanthidium sp.	0	3	
Craticula molestiformis	0	2	
Eolimna minima	1	7	
Eolimna subminuscula	0	2	
Fistulifera saprophila	0	5	
Mayamaea atomus	4	14	
Nitzschia palea	44	38	
Nitzschia sp.	11	5	
Planothidium frequentissimum	0	2	
Planothidium lanceolatum	0	2	
Sellaphora seminulum	9	2	

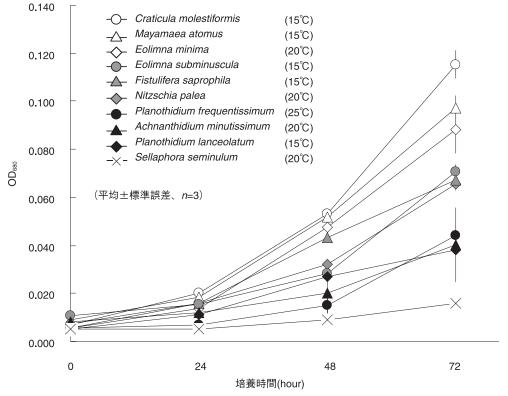


図18 最適温度、2,000lux で培養した珪藻の生長曲線 図中の縦棒は標準誤差を示す(括弧内:培養温度)

なると考えられる。

現在、日本における農薬の生態影響評価は農用地及び農業用施設外の公共用水域を評価対象地点として想定し、農薬による生態系への影響の可能性を現状より小さくすることを目的としている(環境省水・大気環境局、2005)。農用地及び農業用施設外の公共用水域の大部分は、環境省の示す水域類型の区分の類型B(コイ・フナ域)(環境省水・大気環境局、2002)に相当し、また、水質の汚濁階級(津田、1972)で示す α 貧腐水性から α 中腐水性の水質に相当すると考えられる。本目的の達成には、生態系を構成している生物に対する有害性を明らかにする必要性が高い。従って、上記水質の水域に優占的に生息する生物種に対する有害性評価の結果は、河川生態系を対象とした農薬等化学物質の生態影響評価を行う上で有用な情報になると考えられる。

本章において研究に使用した淡水産付着珪藻はいずれも前述の水域に生息するものである。試験生物としての適用性は、生長速度から判断すると C. molestiformis、E. minima、E. subminuscula、F. saprophila、M. atomus 及び N. palea が高いと評価できた。一方、実環境中での生息範囲の広さ及び野外からの分離培養の容易さから判断すると、M. atomus 及び N. palea が試験生物として適していると考えられた。今後、これらの試験生物に対する化学物質の影響濃度を明らかにすることにより、河川の微細藻類による一次生産性に及ぼす化学物質の影響評価をより現実的に行えるものと考えられる。

Ⅲ ニッチア属珪藻のトリアジン系除草剤感受性

1 緒言

本章では、第VI章で開発した珪藻の生長阻害試験方法を利用し、河川及び湖に生息する珪藻の除草剤感受性を明らかにした。第V章のリスク評価で、珪藻へのリスクが他の除草剤に比べ高いと評価したトリアジン系除草剤を対象物質とし、試験生物は広範囲の水域に生育する珪藻 Nitzschia palea 及び N. palea に被殻構造が類似している小型種(Nitzschia sp.1)とした。

2 材料及び方法

(1) 調査地点

茨城県の逆川流域、桜川流域、霞ヶ浦及び福島県の比 曽川流域を調査地点とした。珪藻を単離した地点を図19 に示した。また、現場の写真を写真4に示した。図191については、採集位置及び地点名は図2と一致している。なお、St.b は水田一筆を示している。また、図19-2については、採集地点として、水田地帯の上流(St.11)及び下流(St.12)を設定した。

(2) 試験生物

珪藻株(N. palea 及び Nitzschia sp.1)は、各地点の試料水及び石表面より採集した珪藻群集試料から寒天平板法を利用して単離した。試料水からは、21の試料水をガラス繊維ろ紙(Whatman、GF-B)を用いてろ過し、ろ紙上の残渣を1.5%の改良 Csi 寒天培地上に接種した。1~2週間培養後、培地表面に形成されたコロニーを単離した。一方、石表面の珪藻の単離は次のように行った。歯ブラシで石表面から採集した珪藻群集試料を1.5%の改良 Csi 寒天培地上に接種し、1~2週間培養後、培地表面に形成されたコロニーを単離した。いずれの手法についても培養条件は温度20±2℃、照度約2,000lux(白色蛍光灯による上部連続照明)とした。

単離した珪藻株のコロニーの一部を爪楊枝で採取し、 市販のパイプ洗浄剤を利用した簡便処理法(南雲, 1995) により、珪酸質の被殻の試料を作成した。次にマウント メディア(和光純薬工業)で各珪藻株被殻の試料を封入 し、永久プレパラートを作成した。各被殻を光学顕微鏡 で観察(1,000倍)し、種を同定した。

St.b-03株 及 び St.5-01株 は、 走 査 型 電 子 顕 微 鏡 (KEYENCE、VE-8800)で詳細な被殻の観察を行った。

(3) 生長阻害試験

第VI章の試験方法に準じて試験条件を設定した。トリアジン系除草剤のジメタメトリンを被験物質とし、溶解補助剤は DMSO($\leq 0.01\%$)を使用した。最高暴露設定濃度を95 μ g Γ^1 として公比2.0で11濃度区設定した。試験は1連で行い、エンドポイントは ErC_{50} 0-72h とした。 ErC_{50} 0-72h が95 μ g Γ^1 と起える株については、最高暴露設定濃度を975 μ g Γ^1 として公比2.0で5濃度区の再試験を行い、 ErC_{50} 0-72h を算出した。

同種同形でジメタメトリン感受性の異なる 2 株(St. b-03株及び St.5-01株)については、最高暴露設定濃度を $780\mu g$ I^1 とし、公比2.2で 9 濃度区設定した試験を 6 連で行った。なお、本試験は、試験開始時のジメタメトリン濃度を HPLC で測定し、精度の高い ErC_{50} 0-72h を算出した。HPLC の分析条件は表14に示した。

(4) 各種有機元素含量の計測

珪藻 N. palea の一次消費者の餌資源として質の評価を、各種有機元素含量を測定することにより行った。指数増殖期にある 2 株の N. palea (St.b-03株及び St.5-01株)

を80℃で一晩乾燥させ 4 mg の乾燥試料を調製した。この乾燥試料について有機元素分析計(Thermo Finnigan、FLASH EA1112型)で炭素、窒素及び硫黄含量を測定した。

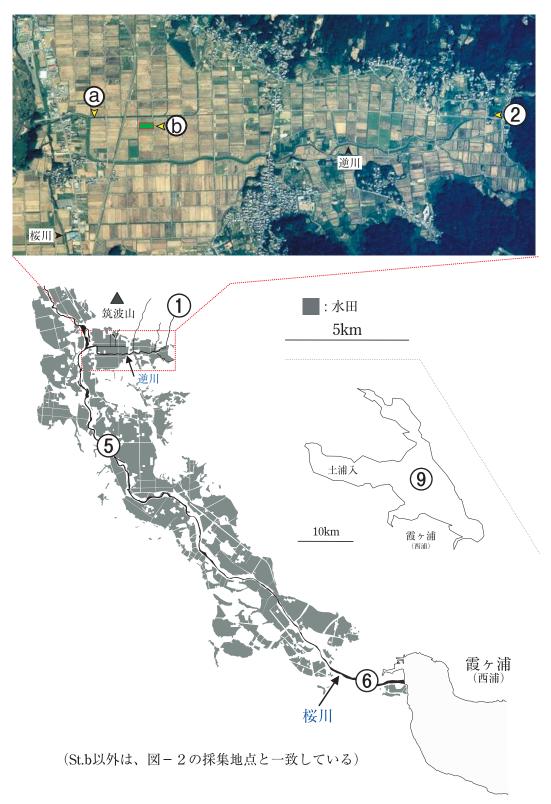


図19-1 霞ヶ浦、桜川流域及び逆川流域における珪藻の採集地点

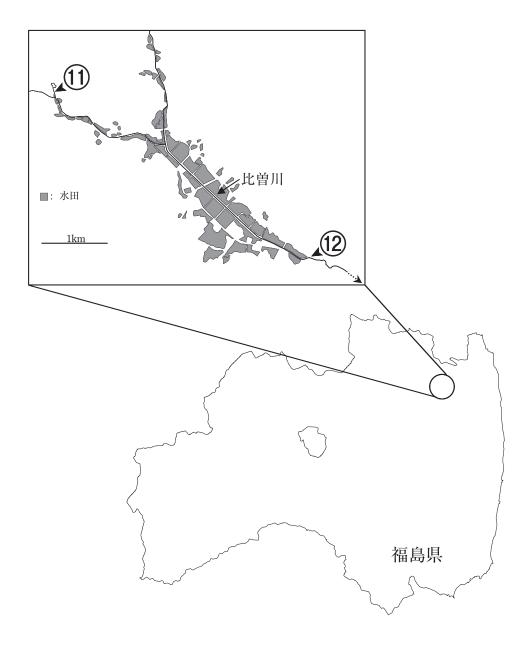


図19-2 比曽川流域における珪藻の採集地点



St. 1 逆川源流域



St. 2 逆川上流域



St.a 排水路



St. b 水田

写真4-1 珪藻の採集地点



St. 5 桜川中流域



St. 6 桜川下流域



St. 9 霞ヶ浦湖心 (施設は国土交通省霞ヶ浦河川事務所の観測所) 写真 4-2 珪藻の採集地点



St.11 比曽川源流域



St.12 比曾川上流域

写真4-3 珪藻の採集地点

3 結果

(1) 珪藻の単離

St.1及び2からそれぞれ 2 株、St.11から 3 株、St.9から 5 株、St.b から 7 株、St.a から 8 株、St.6から 9 株、St.12 から12株、St.5から13株の計61株の珪藻株 (N. palea 及び Nitzschia sp.1) を単離培養した。単離した各株の光学顕 微鏡観察による被殻像を写真 5 に示す。

走査型電子顕微鏡による St.b-03株及び St.5-01株の被 殻像の比較では、2株に相違点はなく、同形同種である ことを確認した(写真6)。

(2) ジメタメトリン感受性

61株の生長阻害試験の結果、 ErC_{50} 0-72h の最低値は $3.0 \mu g \, \Gamma^1$ (St.6-09)、最高値は $490 \mu g \, \Gamma^1$ (St.b-05) であり、その違いは約160倍であった。 ErC_{50} 0-72h の平均値は $54 \mu g \, \Gamma^1$ であり、中央値は $8.8 \mu g \, \Gamma^1$ (St.1-02) であった。それぞれの ErC_{50} 0-72h を写真 5 に示した。 6 連で試験を行った St.b-03株及び St.5-01株の ErC_{50} 0-72h はそれぞれ $4.5 \mu g \, \Gamma^1$ (95% 信頼限界: $310 \sim 550$) であった(図20)。

4 考察

本研究結果より、同種の珪藻間でトリアジン系除草剤 感受性(ErC₅₀ 0-72h) に100倍を超える大きな差がある ことが明らかになった。珪藻株を採取した地点別に感受 性を比較し考察すると、農業排水の影響が少ない地点 (St.1、2及び11) からは感受性の低下している個体は単 離されず、水田内及び水田排水が流入する地点(St.5、6、 12、a 及び b) から単離される傾向にあった(図21)。この 結果は、除草剤の使用が水田内の珪藻群集の除草剤感受 性に影響を及ぼしていることを示唆するものであった。 藻類に対するトリアジン系除草剤の影響評価は、アトラ ジンを用いた研究で多く、Charles らはアトラジンの検 出される小河川から耐性を得ている緑藻 Chlamydomonas reinhardii を単離している(Charles et al., 1989)。ま た、Kasai ら(1995a)は、トリアジン系除草剤であるシ メトリンを暴露した人工池から、感受性の低下した緑藻 Scnedesmus gutwinskii を単離している。そして、同じく Kasai(1998)は、水田内からシメトリン感受性の低い珪 藻を単離し、低感受性個体の発生要因を除草剤の散布で あると考察している。本章の結果も農地がトリアジン系 除草剤に対し感受性が低下している個体の起源であるこ とを支持している。

付着性珪藻が一次消費者の餌資源であることを考慮すると、感受性の違いが一次消費者の餌としての質に及ぼす影響を評価することは意義深い。ジメタメトリン感受性が大きく異なる2株(St.b-03株及びSt.5-01株)の各種元素含量を測定した結果では、2株の間の窒素、炭素及び硫黄含量に差はなく(表17)、感受性の違いが餌としての質に及ぼす影響は小さいことが示唆された。また、生長速度に関しても、2株の間で有意な差は認められなかった(図22)。これらの結果は、珪藻群衆内に除草剤に対する感受性の低下した個体が存在したとしても、一次生産者としての機能に影響を及ぼす危険性は小さいことを示唆するものであった。

遺伝的生物多様性の保全の必要性についての議論はあるが、生態系における機能という観点から考察すると、感受性の低下と生態系機能の低下は一致するものではないことを示す重要な結果であると考えられる。

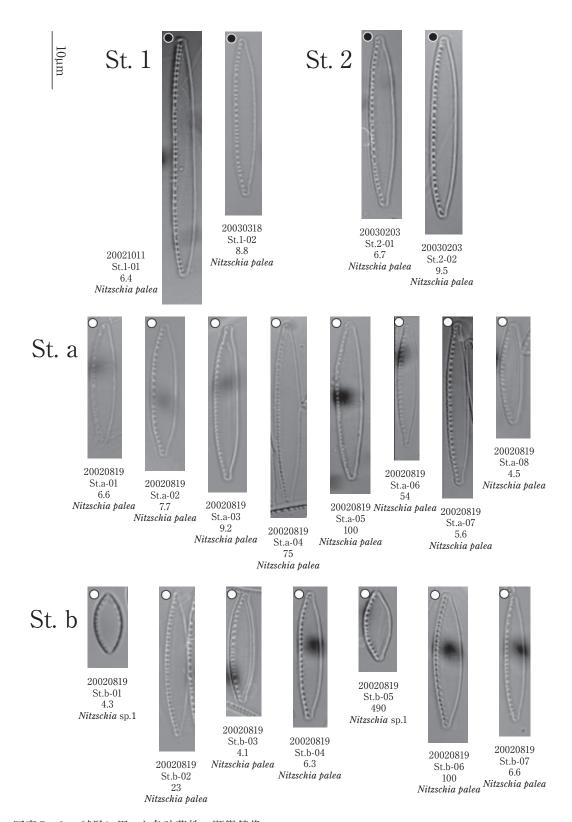


写真 5-1 試験に用いた各珪藻株の顕微鏡像 上から、採集日(西暦・月・日)、株番号、ジメタメトリン感受性($72hEC_{50}$ 、 $\mu g \ I^1$)及び種名 それぞれの写真の左上に示した丸印は、 \bigcirc :試料水から単離、 \blacksquare :石表面から単離したことを示す

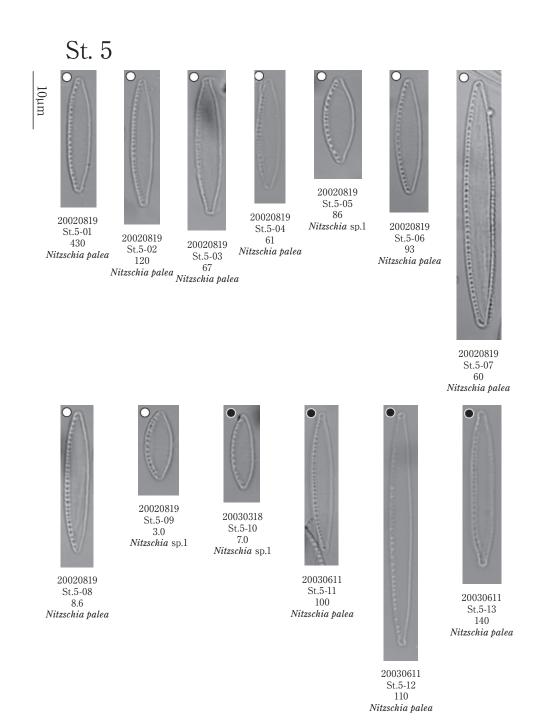


写真5-2 試験に用いた各珪藻株の顕微鏡像 上から、採集日 (西暦・月・日)、株番号、ジメタメトリン感受性 (72hEC₅₀、μg l¹) 及び種名 それぞれの写真の左上に示した丸印は、○: 試料水から単離、●: 石表面から単離したことを示す

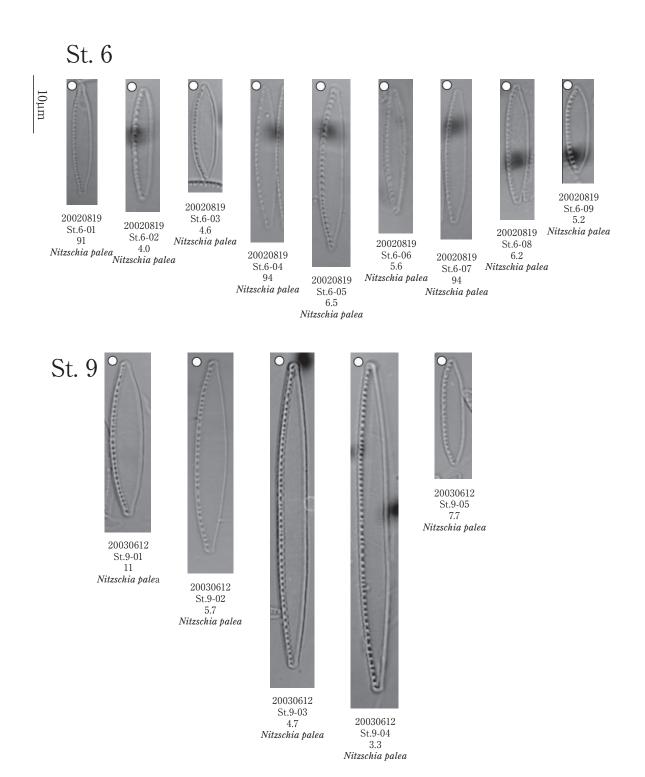


写真5-3 試験に用いた各珪藻株の顕微鏡像 上から、採集日 (西暦・月・日)、株番号、ジメタメトリン感受性 (72hEC₅₀、μg l¹) 及び種名 それぞれの写真の左上に示した丸印は、○: 試料水から単離、●: 石表面から単離したことを示す

St. 11 St. 12 20030703 St.12-01 15 Nitzschia sp.1 20030703 St.11-02 14 20030703 Nitzschia palea St.12-03 20030703 St.11-03 8.0 20030703 Nitzschia palea St.11-01 20030703 16 St.12-02 8.6 Nitzschia palea Nitzschia palea 8.3 Nitzschia palea

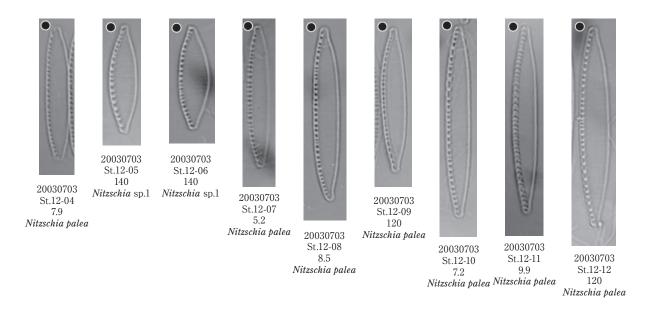
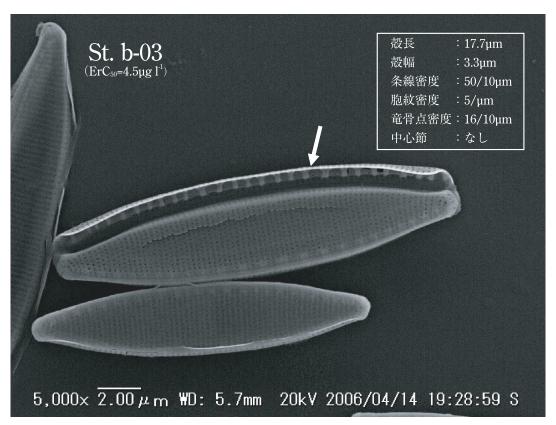


写真5-4 試験に用いた各珪藻株の顕微鏡像 上から、採集日 (西暦・月・日)、株番号、ジメタメトリン感受性 (72hEC₅₀、μg l¹) 及び種名 それぞれの写真の左上に示した丸印は、○: 試料水から単離、●: 石表面から単離したことを示す



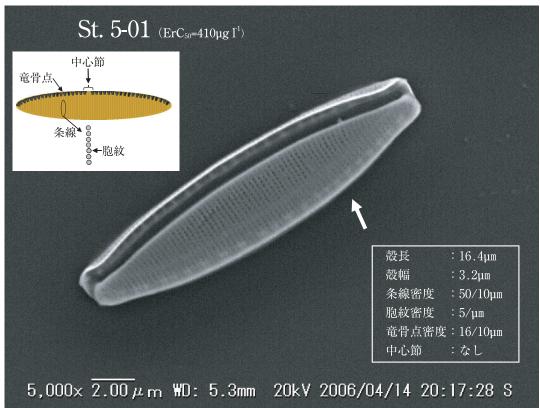


写真6 ジメタメトリン感受性の異なる Nitzschia palea 2株の走査電子顕微鏡像

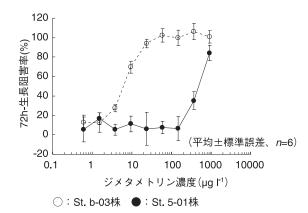


図20 ジメタメトリンによる *Nitzschia palea* St.b-03株 及び St.5-01株の生長阻害曲線 図中の縦棒は標準誤差を示す

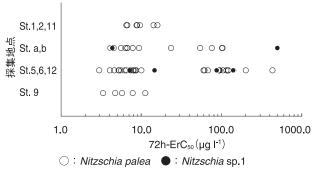


図21 珪藻株のジメタメトリン感受性

Ⅲ 河川珪藻群集のトリアジン系除草剤感受性

1 緒言

欧米諸国では農薬等化学物質の生態影響評価に Tierシステムが取り入れられており、簡易な評価により有害性が疑われるものについては追加試験を施し、評価の精緻化(個体レベルから個体群・群集レベルの評価へ)が図られている(SETAC, 1994; Campbell et al., 1999)。

第Ⅲ、Ⅵ及びⅢ章で論じた試験方法は、いずれも藻類の個体群を用いた試験、すなわち初期段階の影響評価手

表17 Nitzschia palea St.b-03株及び St.5-01株の窒素、 炭素及び硫黄の含量

	N%	C%	S%	C/N
St.b-03	4.5	51	0	11
St.5-01	4.9	49	0.029	9.9

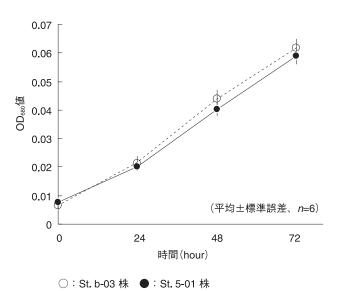


図22 Nitzschia palea St.b-03株及び St.5-01株の生長曲線 図中の縦棒は標準誤差を示す

法と考えられる。より現実的・精緻な評価のためには、複数の種・属レベルが混在している群集に対する影響評価が重要である。そこで、本章では、高次の影響評価手法として、第VI章で開発した珪藻個体群の生長阻害試験法を改良し、珪藻群集を用いた生長阻害試験法の開発を試みた。さらには、開発した方法を利用し、第VI章で明らかにした、トリアジン系除草剤感受性が低下した珪藻群集の水界生態系における挙動を、茨城県桜川流域及び長野県千曲川流域で調査した。

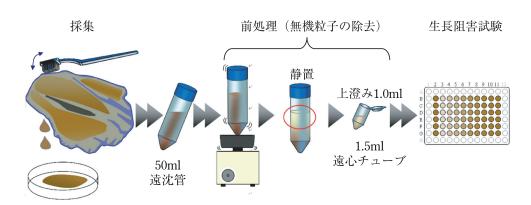


図23 試験生物(珪藻群集)の調製手順の概略

2 材料及び方法

(1) 河川珪藻群集を用いた生長阻害試験方法の検討

珪藻群集を用いた生長阻害試験は、第VI章で開発した 試験法の試験生物を培養珪藻株から河床石表面の珪藻群 集に代えて検討した。

1) 試験生物

珪藻群集を用いた生長阻害試験では、試験生物として河床の石表面の珪藻群集を使用した。試料採取には歯ブラシを使用した。石表面に堆積している砂などの微細な粒子は、吸光度測定時のバックグラウンドを上昇させ、再現性の高い吸光度測定の妨害となるため、無機粒子が多量に混入しないよう注意し採取した。持ち帰った試料はボルテックスで撹拌後静置し、上澄み1mlを1.5mlの遠心チューブに移し取った。なお、試験の初期 OD680を0.015にするため、採取する上澄みの OD680は0.8を超えている必要があった。次に、ボルテックス及び卓上簡易遠心機を用い上澄み液が透明になるまで洗浄を繰り返し、これを試験生物とした。試験生物調製方法の概要を図23に示す。

2) エンドポイント

本試験のエンドポイントは ErC_{50} 24-96h とした。通常、藻類の生長阻害試験では、指数増殖期にある藻類細胞を試験生物として使用し、試験期間中、試験生物は指数増殖しているため、エンドポイントとして ErC_{50} 0-72hが用いられている。しかし、野外より採集した珪藻群集を試験生物とする場合、指数増殖期にない藻類細胞を試験に用いることになり、試験生物が指数増殖期に達するまでに約1日の期間を要した(図24)。そこで、本試験のエンドポイントは指数増殖期である試験開始後24時間から96時間における生長速度から算出した ErC_{50} 24-96h とした。

(2) 河川珪藻群集のトリアジン系除草剤感受性

1) 試験生物の採集地点及び時期

2004年 4 月13日から12月13日にかけて St.2及び St.5 (図 2、19) において 9 回(4/13、4/26、5/10、5/31、6/14、7/18、8/23、9/27、12/13)採取を行い、付着珪藻群集のトリアジン系除草剤感受性を計測した。珪藻群集は予め河床に固定したレンガ表面($2 \sim 4$ 週間放置)より採集した。レンガからの採集が困難な場合は、現場の河床の石表面から採集した。採集した試料は、50ml のプラスチック製の遠沈管に移し、低温($0 \sim 10$ °C)で実験

室に持ち帰り、当日に試験を行った。なお、St.5は周囲に水田が分布しており、水田排水の流入のある地点であった。一方、St.2は上流に水田がない水田排水の影響を受けない地点であった。

2005年7月27日及び11月15日に長野県飯山市、滝沢川、広井川及び千曲川流域(St.13-16、図25、写真7)の、河川河床の石表面より珪藻群集を50mlのプラスチック製遠心管に採集した。採集した試料は低温(0~10℃)で維持し、翌日に生長阻害試験を行った。なお、St.14~16は周囲に水田が分布しており、水田排水の流入のある地点であった。一方、St.13は上流に水田がない水田排水の影響を受けない地点であった。

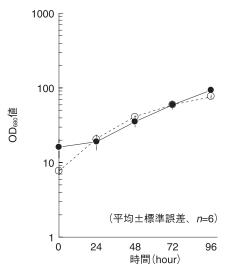


図24 Nitzschia palea St.5-01株及び珪藻群集 (君島、2004/12/13) の生長曲線 ○: N.palea(St.5-01株)、●: 君島珪藻群集(2004/12/13) 図中の縦棒は標準誤差を示す

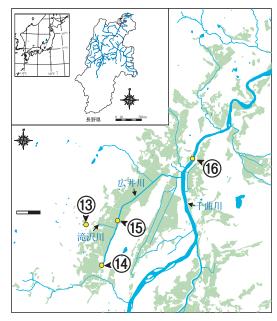


図25 珪藻群集の採集地点(長野県)



St.13 滝沢川源流域



St.14 広井川上流域



St.15 広井川中流域



St.16 千曲川中流域

写真7 珪藻群集の採集地点

2) 試験条件

第VI章の試験方法に準じ試験条件を設定した。トリアジン系除草剤のジメタメトリンを被験物質とし、溶解補助剤は DMSO(\leq 0.01%)を使用した。St.2及び4/13、4/26、5/10に採取した St.5の試料については、最高暴露設定濃度を240 μ g Γ^1 とした。その他の St.5の試料は、最高暴露設定濃度を490 μ g Γ^1 とした。公比は2.0で9濃度区設定した。St.13~16の試料は、最高暴露設定濃度を975 μ g Γ^1 とし、公比2.5で9濃度区設定した。いずれの試験においても、試験は6連で行い、試験開始時の OD680は約0.015 (0.010~0.020) とした。培養条件は温度20 \pm 2 $\mathbb C$ 、照度約2,000lux(白色蛍光灯による上部連続照明)、静置培養(1日に2回マイクロプレートミキサーにて撹拌)とした。試験開始時のジメタメトリン濃度を HPLC で測定し、Er $\mathbb C_{50}$ 24-96hを算出には分析値を用いた。HPLC の分析条件は表14に示した。

3) 試験終了時における珪藻群集の種構成の解析

St.2及び5から採取した試料を用いた試験では、試験終了時(暴露96時間後)に、対照区の珪藻を回収し、簡便処理法(南雲, 1995)により珪酸質の被殻の試料を作成

した。次にマウントメディアで各珪藻株被殻の試料を封入し、永久プレパラートを作成した。光学顕微鏡で観察(1,000倍)し、約500個体を種別に計測した。

3 結果及び考察

(1) 河川珪藻群集のトリアジン系除草剤感受性

茨城県の逆川及び桜川流域について調査した結果、St.2の珪藻群集のジメタメトリンに対する ErC_{50} 24-96h は、1.5μg Γ^1 から15μg Γ^1 の範囲であった。一方、St.5の珪藻群集の ErC_{50} 24-96h は、14μg Γ^1 から240μg Γ^1 の範囲であった。農業排水の流入がほとんどないSt.2の珪藻群集のジメタメトリン感受性はSt.5と比べ期間を通じて高い傾向にあった。(図26)。その差は、水田と河川の間で水の移動がある期間(水稲の作付け期間)により大きくなる傾向にあった。

長野県の広井川及び千曲川流域について調査した結果、7/27に採集した珪藻群集の ErC_{50} 24-96h は、St.13、14、15及び16でそれぞれ、1.1、620、63及び300 μ g I^1 であった。一方、11/15に採集した珪藻群集では、St.13、14、15及び16でそれぞれ、1.4、3.6、28及び3.2 μ g I^1 であった(図27)。なお、St.13、14及び15の試料を用いた

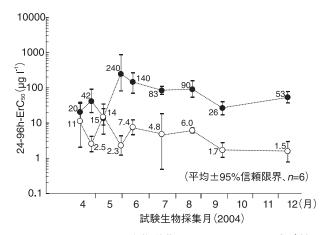


図26 St.2及び St.5の珪藻群集のジメタメトリン感受性
●: St.5の珪藻群集 ○: St.2の珪藻群集
図中の数値は ErC₅値を示す、図中の縦棒は95% 信頼限界を示す

試験に関しては、対照区珪藻の生長の速度が遅く、ErC₅₀ 24-96hの算出が不可能であったため、ErC₅₀ 48-120hもしくは ErC₅₀ 72-144hを代替のエンドポイントとして算出した。本試験結果も、茨城県の河川での調査結果と同じく、農業排水の影響を受けない St.13の珪藻群集はジメタメトリン感受性が St.14-16と比べ高い傾向にあった。また、その感受性差は水稲の作付け期間により大きくなる傾向を示した。これらの結果は、第Ⅲ章で示唆した、農地がトリアジン系除草剤に対し感受性が低下している個体の起源であるという仮説をより強く支持するものであった。

(2) 試験終了時の珪藻群集

逆川及び桜川流域の珪藻群集を用いた生長阻害試験では、試験終了時の対照区では22属54種を超える種類が観察された(表18)。観察された主な種の顕微鏡像を写真8に示した。逆川(St.2)の試験では、Mayamaea atomusが優先することが多く、9回の試験のうち6回の試験で試験終了時の第一優占種となった。M. atomus 以外では、Nitzschia 属及び Planothidium lanceolatum が優占する傾向にあった。8/23の試験は、他の試験と試験終了時の種構成が異なっており、P. lanceolatum、Cocconeis euglypta 及び Rhoicosphenia abbreviata が優占していた。桜川(St.5)

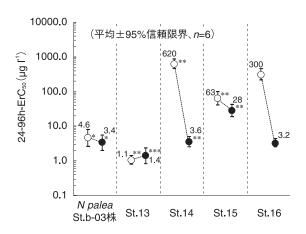


図27 St.13、14、15及び16の珪藻群集のジメタメトリン 感受性

○:7/28の試験 ●:11/16の試験

図中の数値は ErC_{50} 値を示す、図中の縦棒は95% 信頼限界を示す

*: 0-72hErC50、 **: 48-120hErC50、 ***: 72-148hErC50値

の試験では、Nitzschia 属が優占することが多く、9回の 試験のうち6回の試験で試験終了時の第一優占種であっ た。Nitzschia 属以外では、M. atomus 及び Eolimna 属が 優占する傾向にあった。St.5の試験でも、8/23の試験は 前後の試験と種構成が異なっていたが、St.2の試験ほど 顕著な種構成の違いではなかった。

8/23の試験で試験終了時の対照区の種構成に違いが見られた要因としては、試料採集現場において試料採集約1週間前の8/15に激しい雨(41mm day-1、最大18mm hour-1)が降ったため、河床表面の珪藻が流されてしまい、付着珪藻相が一時的に変化していたものと考えられた。その影響は川幅の狭い St.2でより明確に表れたものと考えられた。

単一種を対象に開発した生長阻害試験を改良し、河川の珪藻群集の薬剤感受性を簡易に検定する方法を開発した。本手法により珪藻群集の生長に及ぼす化学物質の影響を評価でき、高次の評価手法として期待できた。しかし、本手法は野外の珪藻を直接試験に使用しているため、生物種が採集場所及び季節に左右される。今後、高次の評価に利用する為には、さらに珪藻群集と薬剤感受性に関する知見を集積し、詳細な試験条件を設定する必要があると考えられた。

表18-1 試験終了時(96時間後)の対照区で観察された珪藻(St.2)

Achnanthes	8/23 9/2 6 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 4 0 39 4 21 0 0 0 5 1 0 0 5 1 0 0 4 2 0 1 0 0	77 12/13 0 0 0 0 0 0 5 0 1 1 1 0 0 0 15 6 0 0 0 410 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
Achnanthidium atomus	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 5 0 1 1 1 0 0 0 0 15 6 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
Achnanthidium Achnanthidium exiguum 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 8 99 1 0 0 0 0 5 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 5 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
Achnanthidium Achnanthidium exiguum 0	0 0 0 8 99 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 5 0 1 1 0 0 0 0 15 6 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
Achnanthidium minutissimum	8 9 0 0 0 0 99 1 0 0 5 0 19 3 52 97 0 0 0 0 0 0 4 0 39 4 21 0 0 0 5 1 0 0 2 305 4 2 0 1	5 0 1 1 0 0 0 0 15 6 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
Achnanthidium spp. 0	0 0 0 0 99 1 0 0 5 0 19 3 52 97 0 0 0 0 0 0 4 0 39 4 21 0 0 0 5 1 0 0 2 305 4 2 0 0	0 1 1 0 0 0 15 6 0 0 0 0 0 0 0 410
Amphora	0 0 99 1 0 0 0 0 5 0 19 3 52 97 0 0 0 0 0 0 4 0 39 4 21 0 0 0 5 1 0 0 2 305 4 2 0 1	1 1 0 0 0 0 15 6 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
Cocconeis Cocconeis euglypta O	99 1 0 0 0 0 5 0 19 3 52 97 0 0 0 0 0 4 0 39 4 21 0 0 0 5 1 0 0 2 305 4 2 0 0	0 0 0 15 6 0 0 0 0 0 0 0 0 410 0 5
Cyclotella Cyclotella spp. 0 4 1 0 0 Cymbella Cymbella tumida 0 0 0 0 0 Encyonema Encyonema sp. 0 6 0 0 3 1 Eolimna Encyonema sp. 0 6 0 0 3 1 Eolimna Encyonema sp. 0 6 0 0 3 1 Eolimna Encyonema sp. 0 6 6 1 4 1 13 Fragilaria Fistulifera saprophila 0 1 0 0 0 0 Fragilaria Fragilaria vaucheriae 16 5 5 1 1 1 Fragilaria sp. 9 0 0 0 0 0 0 Gomphoneis Gomphoneis spp. 0 0 0 0 0 0 Gomphonema Gomphonema spp. 0 0 1 <th< td=""><td>0 0 0 0 5 0 19 3 52 97 0 0 0 0 0 4 0 39 4 21 0 0 0 5 1 0 0 2 305 4 2 0 1</td><td>0 0 0 15 6 0 0 0 0 0 0 0 0 410 0 5</td></th<>	0 0 0 0 5 0 19 3 52 97 0 0 0 0 0 4 0 39 4 21 0 0 0 5 1 0 0 2 305 4 2 0 1	0 0 0 15 6 0 0 0 0 0 0 0 0 410 0 5
Cymbella Cymbella tumida 0 0 0 0 0 Encyonema Encyonema sp. 0 6 0 0 3 1 Eolimna Eolimna minima 1 1 4 3 1 8 Eolimna Eolimna subminuscula 6 6 1 4 1 13 Fistulifera Fistulifera saprophila 0 1 0 0 0 0 Fragilaria Fragilaria vaucheriae 16 5 5 1	0 0 5 0 19 3 52 97 0 0 0 0 0 0 4 0 39 4 21 0 0 0 5 1 0 0 2 305 4 2 0 1	0 0 15 6 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
Encyonema Encyonema sp.	5 0 19 3 52 97 0 0 0 0 0 0 4 0 39 4 21 0 0 0 5 1 0 0 2 305 4 2 0 1	0 15 6 0 0 0 0 0 3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
Eolimna Eolimna minima	19 3 52 97 0 0 0 0 0 0 4 0 39 4 21 0 0 0 5 1 0 0 2 305 4 2 0 1	15 6 0 0 0 0 3 0 0 0 0 410 0 5
Fostulifera Fistulifera saprophila O	52 97 0 0 0 0 0 0 4 0 39 4 21 0 0 0 5 1 0 0 2 305 4 2 0 1 0 0 0 0	6 0 0 0 0 3 0 0 0 0 0 410 0 5
Fistulifera Fistulifera saprophila 0 1 0 0 0 Fragilaria Fragilaria vaucheriae 16 5 5 1 1 1 Fragilaria sp. 9 0 0 0 0 0 0 Gomphoneis Gomphoneis spp. 0 0 0 0 0 0 Gomphonema Gomphonema parvulum 0 1 3 14 8 4 3 Gomphonema Gomphonema spp. 0	0 0 0 0 0 0 4 0 39 4 21 0 0 0 5 1 0 0 2 305 4 2 0 1	0 0 0 0 3 0 0 0 0 410 0 5
Fragilaria	0 0 0 0 4 0 39 4 21 0 0 0 5 1 0 0 2 305 4 2 0 1	0 0 0 3 0 0 0 0 410 0 5
Fragilaria sp. 9	0 0 4 0 39 4 21 0 0 0 5 1 0 0 2 305 4 2 0 1	0 0 3 0 0 0 0 410 0 5
Gomphoneis Gomphoneis spp. 0 0 0 0 0 0 0 0 0	4 0 39 4 21 0 0 0 5 1 0 0 2 305 4 2 0 1 0 0	0 3 0 0 0 0 410 0 5
Gomphonema Gomphonema parvulum	39 4 21 0 0 0 5 1 0 0 2 305 4 2 0 1 0 0	3 0 0 0 0 410 0 5
Hippodonta	$\begin{array}{c cccc} 21 & 0 \\ 0 & 0 \\ 5 & 1 \\ 0 & 0 \\ \hline 2 & 305 \\ 4 & 2 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \\ \end{array}$	0 0 0 0 410 0 5
Hippodonta	0 0 5 1 0 0 2 305 4 2 0 1 0 0	0 0 410 0 5
Hippodonta	5 1 0 0 2 305 4 2 0 1 0 0	0 0 410 0 5 0
Luticola Luticola goeppertiana 0 0 0 0 0 Mayamaea Mayamaea atomus 19 276 117 190 287 221 Navicula cryptocephala 3 3 0 1 1 0 Navicula gregaria 38 36 9 7 2 0 Navicula lanceolata 1 1 1 6 0 0 Navicula radiosafallax 0 0 1 0 0 0 Navicula Navicula rostellata 1 0 1 0 0 2 Navicula salinarum 0 0 0 0 0 0 Navicula trivialis 1 1 0 0 0 0 Navicula spp. 0 1 1 0 0 0	0 0 2 305 4 2 0 1 0 0	0 410 0 5 0
Mayamaea Mayamaea atomus 19 276 117 190 287 221 Navicula cryptocephala 3 3 0 1 1 0 Navicula gregaria 38 36 9 7 2 0 Navicula lanceolata 1 1 1 6 0 0 Navicula radiosafallax 0 0 1 0 0 0 Navicula Navicula rostellata 1 0 1 0 0 2 Navicula salinarum 0 0 0 0 0 0 Navicula trivialis 1 1 0 0 0 0 Navicula spp. 0 1 1 0 0 0	2 305 4 2 0 1 0 0	410 0 5 0
Navicula cryptocephala 3 3 0 1 1 0	4 2 0 1 0 0	0 5 0
Navicula gregaria 38 36 9 7 2 0 Navicula lanceolata 1 1 1 6 0 0 Navicula radiosafallax 0 0 1 0 0 0 Navicula Navicula rostellata 1 0 1 0 0 2 Navicula salinarum 0 0 0 0 0 0 0 0 Navicula trivialis 1 1 0	$\begin{array}{ccc} 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{array}$	5 0
Navicula lanceolata 1 1 1 6 0 0 0 Navicula radiosafallax 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0	0
Navicula Navicula radiosafallax 0 0 1 0 0 0 Navicula 1 0 1 0 0 0 2 Navicula salinarum 0 0 0 0 0 0 Navicula trivialis 1 1 0 0 0 0 Navicula yuraensis 0 2 0 0 0 0 Navicula spp. 0 1 1 0 0 3		-
Navicula Navicula rostellata 1 0 1 0 0 2 Navicula salinarum 0 0 0 0 0 0 0 Navicula trivialis 1 1 0 0 0 0 0 Navicula yuraensis 0 2 0 0 0 0 Navicula spp. 0 1 1 0 0 3	1 0	()
Navicula salinarum 0 0 0 0 0 0 Navicula trivialis 1 1 0 0 0 0 Navicula yuraensis 0 2 0 0 0 0 Navicula spp. 0 1 1 0 0 3	_	
Navicula trivialis 1 1 0 0 0 0 Navicula yuraensis 0 2 0 0 0 0 Navicula spp. 0 1 1 0 0 3	0 0	0
Navicula yuraensis 0 2 0 0 0 0 Navicula spp. 0 1 1 0 0 3	0 0	0
Navicula spp. $0 1 1 0 0 3$	0 0	0
	1 1	9
ATT: 11 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	5 0	0
Nitzschia acicularis 0 0 0 0 0	0 0	0
	10 5	0
Nitzschia dissipata 4 5 0 7 0 0	0 0	1
Nitzschia fonticola <u>36</u> 0 <u>0</u> 9 0 0	0 0	0
Nitzschia hantzschiana 44 15 25 17 4 4	0 0	1
Nitzschia inconspicua 2 6 2 2 0 1	3 0	0
Nitzschia linearis 6 0 0 0 3 0	00	0
Nitzschia palea 261 90 306 75 73 120	10 66	24
Nitzschia recta 0 0 0 0 0 0	0 0	0
Nitzschia solgensis 0 0 0 1 0 0	1 1	0
Nitzschia subacicularis 0 0 0 0 0	0 0	0
Nitzschia spp. 9 11 4 6 0 0	0 4	0
Planothidium lanceolatum 3 11 8 86 100 9 1	112 0	0
Planothidium sp. $0 0 0 0 0$	0 0	0
Rhoicosphenia Rhoicosphenia abbreviata 1 0 2 1 0 0	59 0	1
Sellaphora japonica 0 0 0 2 0 0	0 0	0
Sellaphora Sellaphora pupula 2 0 0 0 0	9 0	0
	34 0	19
Surivalla angusta 21 1 2 5 2 0	0 0	7
Surirella Surirella jinnata 3 0 0 0 0 0	0 0	Ö
Synedra ulna 0 1 0 0 0	0 0	0
Synedra Synedra sp. 3 0 5 3 4 0	0 0	0
		1
計 505 514 514 506 538 417 5.	1 2	1

■:第一優占種、■:第二優占種、■:第三優占種

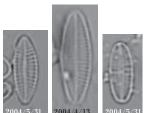
表18-2 試験終了時(96時間後)の対照区で観察された珪藻(St.5)

属名	種名	4/13	4/26	5/10	5/31	St.5 6/14	7/18	8/23	9/27	12/13
Achnanthes	Achnanthes subhudsonis	0	0	0	0	4	0	5	0	0
	Achnanthidium atomus	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Achnanthidium convergens	0	0	0	0	3	1	0	0	0
A chnanthidium	Achnanthidium exiguum	0	0	0	1	0	1	66	2	0
	Achnanthidium minutissimum	0	9	14	0	48	23	38	2	5
	Achnanthidium spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amphora	Amphora spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Cocconeis	Cocconeis euglypta	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Cyclotella	Cyclotella spp.	17	12	2	2	1	1	6	3	0
Cymbella	Cymbella tumida	1	0	0	3	0	0	0	0	0
Encyonema	Encyonema sp.	0	0	0	1	1	0	1	4	0
Eolimna	Eolimna minima	0	1	9	0	57	53	145	10	10
	Eolimna subminuscula	1	11	183	66	54	10	49	25	30
Fistulifera	Fistulifera saprophila	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fragilaria	Fragilaria vaucheriae	10	1	2	1	0	0	0	0	0
	Fragilaria sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gomphoneis	Gomphoneis spp.	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Gomphonema	Gomphonema parvulum	0	0	1	1	0	0	3	4	8
	Gomphonema spp.	0	0	5	5	5	1	4	1	0
Hippodonta	Hippodonta capitata	0	1	0	1	0	2	0	0	0
	Hippodonta pseudoacceptata	0	2	0	1	1	0	5_	0	2
Luticola	Luticola goeppertiana	0	0	0	0	0	0	0	1	2
Мауатаеа	Mayamaea atomus	5	35	38	78	94	1	7	14	290
	Navicula cryptocephala	0	7	0	1	0	0	0	0	0
	Navicula gregaria	21	25	1	1	4	0	0	1	22
	Navicula lanceolata	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Navicula radiosafallax	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Navicula	Navicula rostellata	1	0	0	0	1	0	0	0	0
	Navicula salinarum	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	Navicula trivialis	3	4	0	0	0	0	0	0	0
	Navicula yuraensis	0	0	0	1	3	1	0	9	15
	Navicula spp.	0	0	0	1_	1	1	1	3	7
	Nitzschia acicularis	189	77	0	5	0	0	0	0	0
	Nitzschia amphibia	1	1	0	0	5	7	37	8	1
	Nitzschia dissipata	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	Nitzschia fonticola	5	11	0	24	0	0	0	6	0
	Nitzschia hantzschiana	53	26	17	46	2	1	1	9	0
Nitzschia	Nitzschia inconspicua	1	1	1	2	111	374	80	229	43
	Nitzschia linearis	3	0	0	0	0	0	0	0	0
	Nitzschia palea	160	229	177	203	64	8	3	169	49
	Nitzschia recta	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Nitzschia solgensis	0	0	0	0	0	0	0	0	$\frac{1}{2}$
	Nitzschia subacicularis	3	27	0	0	1	0	0	0	0
	Nitzschia spp.	5	12	3	13	0	0	2	1	$\frac{1}{2}$
Planothidium	Planothidium lanceolatum	0	1	25	1	9	10	26	2	0
	Planothidium sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Rhoicosphenia	Rhoicosphenia abbreviata	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C all = 41	Sellaphora japonica	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Sellaphora	Sellaphora pupula	1	1	1	8	2	1	0	0	0
	Sellaphora seminulum	0	0	1	0	37	16	<u>26</u>	11	3
Surirella	Surirella angusta Surirella pinnata	11	3	0	5	0	0	0	0	2
	<u> </u>	<u>4</u> 1	1	0	0	0	0	$\frac{0}{2}$	0	0
Synedra	Synedra ulna Synedra sp.	_	1	-	-				1	0
	 未同定	11 1	<u>5</u> 4	$\frac{3}{28}$	35 12	0 1	$\frac{0}{2}$	0 8	$\frac{0}{3}$	4
	木 <u>印</u> 定 計	510	509	511	518	509	515	<u>8</u> 518	<u> </u>	501
	рI	510	509	511	919	509	919	219	320	701

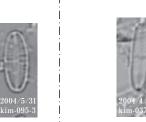
■:第一優占種、■:第二優占種、■:第三優占種

10µm

Achnanthes属

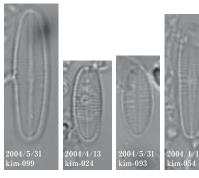


 $A chnan the s\, subhudson is$



Achnanthidium atomus

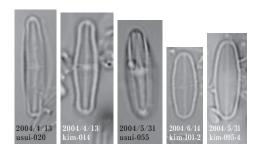




A. convergens



A. exiguum



A. minutissimum

Amphora属



Amphora pediculus



 $A.\ copulata$



A.montana

Cocconeis属



Cocconeis euglypta

Achnanthes, Achnanthidium, Amphora, 及び Cocconeis属

写真8-1 試験終了時(96時間後)の対照区で観察された珪藻の光学顕微鏡像

Cymbella属 *Cyclotella*属 Encyonema属 Encyonema minutum Cyclotella cryptica Cymbella tumida Eolimna属 Eolimna minima E. subminuscula Fragilaria属 Fistulifera属

Cyclotella, Cymbella, Encyonema, Eolimna, Fistulifera 及び Fragilaria属

Fragilaria vaucheriae

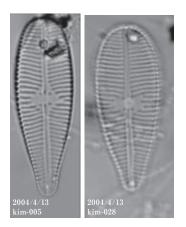
Fistulifera saprophila

写真8-2 試験終了時(96時間後)の対照区で観察された珪藻の光学顕微鏡像

Gomphoneis属

Gomphonema属

10µm



 $Gomphone is\ quadripunctata$



G.heterominuta



Gomphonema parvulum



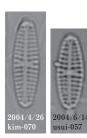
Gomphonema sp.

Hippodonta属





Hippodonta capitata



H. pseudoacceptata

Luticola属





Luticola goeppertiana

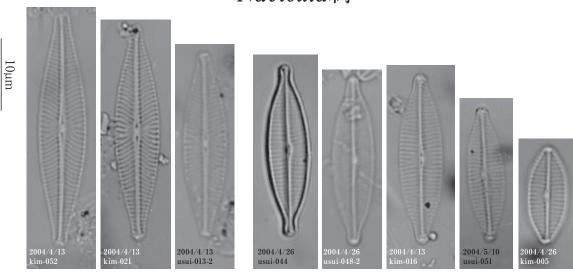
Mayamaea属



Mayamaea atomus

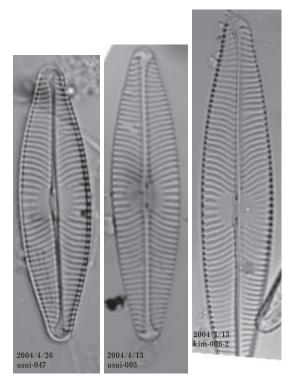
Gomphoneis, Gomphonema, Hippodonta, Luticola及び Mayamaea属

Navicula属



Navicula cryptocephala

N. gregaria



N. lanceolata

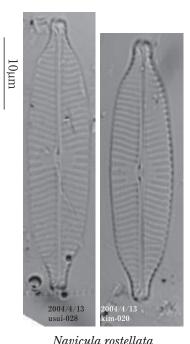


N. radiosafallax

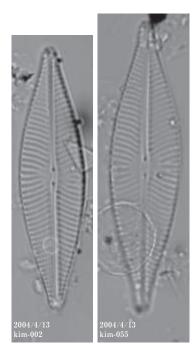
Navicula属-1

写真8-4 試験終了時(96時間後)の対照区で観察された珪藻の光学顕微鏡像

Navicula属



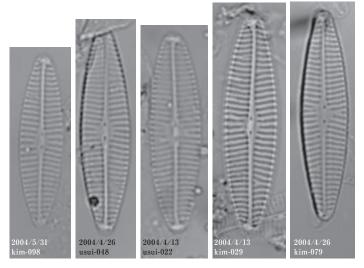




Navicula rostellata

N. salinarum

N. trivialis





N. yuraensis

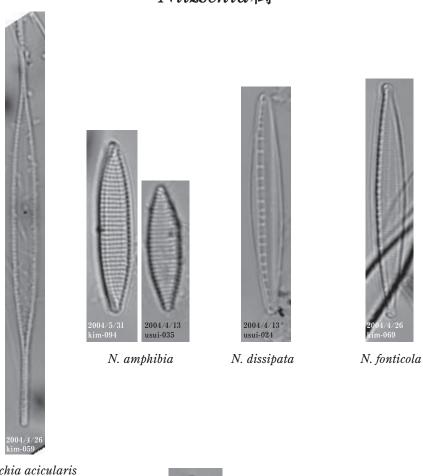
N.symmetrica

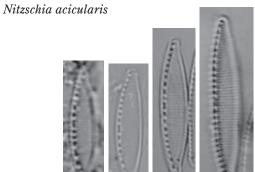
Navicula属-2

写真8-5 試験終了時(96時間後)の対照区で観察された珪藻の光学顕微鏡像

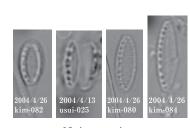
10µm

Nitzschia属





N. hantzschiana



N. inconspicua

Nitzschia属-1

写真8-6 試験終了時(96時間後)の対照区で観察された珪藻の光学顕微鏡像

10µm

Nitzschia属

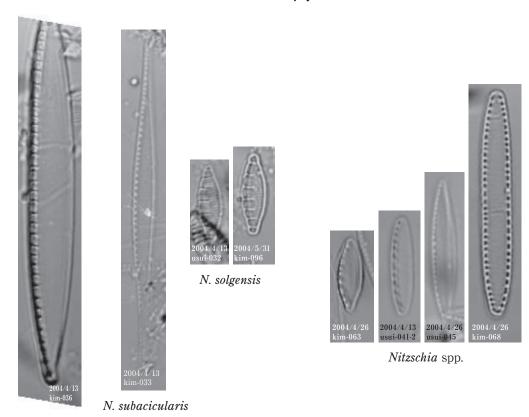
2004/4/13 usui-004 N. linearis

N. palea

Nitzschia属-2

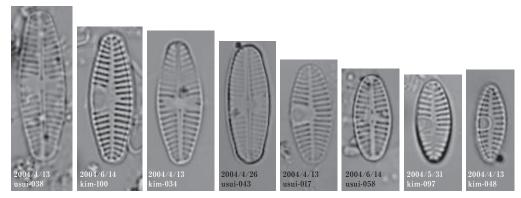
写真8-7 試験終了時(96時間後)の対照区で観察された珪藻の光学顕微鏡像

Nitzschia属



N. recta

Planothidium属



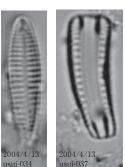
Planothidium lanceolatum

Nitzschia属-3及びPlanothidium属

写真8-8 試験終了時 (96時間後) の対照区で観察された珪藻の光学顕微鏡像

10µm

*Rhoicosphenia*属



 $Rhoicosphenia\ abbreviata$

Sellaphora属



Sellaphora japonica



S. pupula

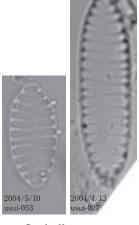




S. seminulum

Synedra属

Surirella属

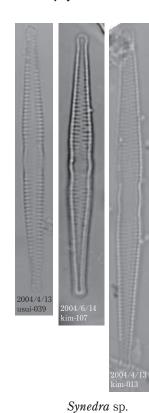


Surirella angusta



S.minuta





Rhoicosphenia, Sellaphora, Surirella及びSynedra属

写真8-9 試験終了時(96時間後)の対照区で観察された珪藻の光学顕微鏡像

IX 結論

本研究により、これまで知見が少なかった藻類に対する除草剤の影響濃度が明らかになると共に、長期かつ広域におよぶモニタリングにより、陸水生態系における一次生産者の水稲用除草剤による詳細な暴露実態が明らかになった。また、フローサイトメトリー技術を利用した細胞計測により、藻類細胞の形態に及ぼす影響および回復性を考慮した容易な評価を可能とした。さらに、これまで試験が困難であった付着性珪藻を使用した生長阻害試験手法の開発は、より現実的な影響評価を可能とした。これらの知見は、農薬の生態影響評価を可能とした。これらの知見は、農薬の生態影響評価手法の開発に有用な情報であり、現在我が国において実施されている水生生物への生態影響評価につづく高次のリスク評価法としての貢献が大きく期待される。

謝辞

本論文は、著者の農業環境技術研究所における研究成果を平成19年に博士論文として東京農工大学大学院・連合農学研究科に提出し、受理されたものである。

本研究を行うにあたり、農業環境技術研究所上路雅子理事、同研究コーディネータ遠藤正造博士には終始懇切な御指導、御鞭撻を頂いた。また、本論文の取りまとめに際し、適切な御指導と御助言を頂いた宇都宮大学雑草科学研究センター竹内安智教授、東京農工大学生物制御化学研究室安部浩教授、農業環境技術研究所有機化学物質研究領域與語靖洋領域長に厚く感謝の意を表する。農薬の分析法及びデータ解析手法等について、日本植物調節剤研究協会研究所石井康雄博士の御指導と御助言を頂いた。また、珪藻の分類方法及びデータの解析手法等について、東京学芸大学教育学部真山茂樹助教授の御指導と御助言を頂いた。ここに深く感謝を申し上げる。

湖水の採水に当たり、多大なご協力をいただいた HAL 東関東アクアラインの大久保裕司氏、採水にご協力頂い たつくば市沼田の稲作農家小倉寿男氏に感謝申し上げ る。

本研究の遂行にあたり種々の励まし、御協力を頂いた農業環境技術研究所堀尾剛主任研究員、小原裕三主任研究員、横山淳史研究員、石坂眞澄主任研究員、殷熙洙主任研究員、稲生圭哉主任研究員、上垣隆一主任研究員、松本公吉氏、飯泉良行氏、岡田利之氏、鎌田輝志氏、鈴木忠男氏、渡邊浩二氏、高橋正史氏、田島佳子氏、鈴木紀子氏、浜口香代子氏に感謝申し上げる。

最後に、本研究を進める間、終始私を支えてくれた妻 石原(旧姓相田)美喜に深く感謝申し上げる。

引用文献

- 1) Adams, M.S. et al.(2004): Development of a whole-sediment toxicity test using a benthic marine microalga. *Environ. Toxicol. Chem.*, 23, 1957-1968
- 秋山優ら(1986): "9. 河川底生藻類の生態"藻類の生態。
 恵. p.309-334, 内田老鶴圃, 東京
- 3) Tomlin, C. D. S. ed.; BCPC (The British Crop Protection Council) (2001): The Pesticide Manual. 12th ed., BCPC Publications, Hampshire
- 4) Tomlin, C. D. S. ed.; BCPC (The British Crop Protection Council) (2003): The Pesticide Manual. 13th ed., p.732, BCPC Publications, Hampshire
- 5) Berglund, D. L. and S. Eversman (1988): Flow cytometric measurement of pollutant stresses on algal cells. *Cytometry*, 9, 150-155
- 6) Blaise, C. R. et al.(1986): A simple microplate algal assay technique for aquatic toxicity assessment. *Toxic*. Assess., 1, 261-281
- 7) Bringmann, G. and R. Kuhn (1956): Der Algan-Titer als Masstab der Eutrophierung von Wasser und Schlamm. *Gesundheitsingenieur*, 77, 374
- 8) Campbell P.J.et al.(1999): Guidance document on higher-tier aquatic risk assessment for pesticide (HARAP). p.5-18, SETAC-Europe, Brussele, Belgium
- 9) Charles M. Hersh and William G. Crumpton (1989): Atrazine tolerance of algae isolated from two agricultural streams. *Environ. Toxico. Chem.*, 8, 327-332
- 10) Chisholm, S.W. et al.(1988): A novel free living prochlorophyte abundant in the oceanic euphotic zone. *Nature*, 334, 340-343
- Cid, A. et al. (1995): Flow cytometry determination of acute physiological changes in a marine diatom stressed by copper. *Microbiologia.*, 11, 455-60
- 12) Environment Canada (1992): Biological test method: growth inhibition test using the freshwater alga Selenastrum capriconutum Report EPS 1/RM/25. Environment Canada, Ottawa
- 13) European Union(1997): Establishing Annex VI to Directive 91/414/EEC concerning the placing of

- plant protection products on the market (Council directive 97/57/EC)
- 14) Franklin, N.M. et al. (2004): Development of multispecies algal bioassays using flow cytometry. *Environ. Toxicol. Chem.*, 23, 1452-1462
- 15) Franqueira, D. et al.(2000): Potential use of flow cytometry in toxicity studies with microalgae. *Sci. Total Environ.*, 247, 119-126
- 16) Gary M.R. (1995): Algal and Vascular Plant Tests: Fundamentals of Aquatic Toxicology. 2nd ed., p.135–169, Taylor & Francis, London
- 17) GEF (Global Environmental Forum) (1997): GEF List of Strains '97: Microalgae and Protozoa. p.9–27, Global Environmental Forum, Tokyo
- 18) Hamala, J. A. and H. P. Kollig (1985): The effects of atrazine on periphyton communities in controlled laboratory ecosystems. *Chemosphere*, 14, 1391-1408
- 19) 廣瀬弘幸ら(1977): 日本淡水藻図鑑. p.39, 内田老鶴 圃, 東京
- 20) 堀克也ら(1982): 熊本県内水圏における農薬汚染. 生態化学, 5, 3-13
- 21) 飯塚宏栄(1989):水稲用除草剤の水系における動態. 農業環境技術研究所報告, 6, 1-17
- 22) ISO (International Standards Organization) (1989): Water quality-Fresh water algal growth inhibition test with Scenedesmus subspicatus and Selenastrum capriconutum, ISO8692
- 23) ISO (International Standards Organization) (1995):
 Water quality-marine algal growth inhibition test
 with Skeletonema costatum and Phaeodactylum
 tricornutum
- 24) Jansen, M. S. and R. Altenburger (2005): Toxic effects of isoproturon on periphyton communities a microcosm study. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 62, 539-545
- 25) Jurgensen, T. A. and K. D. Hoagland. (1990): Effects of short-term pulses of atrazine on attached algal communities in a small stream. Arch. Environ. Contam. Toxicol., 19, 617-623
- 26) 環境庁編(1992): 平成4年版環境白書 総説. p.100-111, 環境庁, 東京
- 27) 環境庁国立環境研究所編(1995): 水環境における化 学物質の長期暴露による相乗的生態系影響に関する 研究. 国立環境研究所特別研究報告, 19, 1-64

- 28) 環境庁国立環境研究所(1999): 化学物質の生態影響 評価のためのバイオモニタリング手法の開発に関す る研究. 国立環境研究所特別研究報告, 29, 1-52
- 29) 環境省水環境部(2002): 農薬生態影響評価検討会第 2次中間報告-我が国における農薬生態影響評価の 当面の在り方について-.p.1-47
- 30) 環境省 水・大気環境局(2002): 水生生物の保全に 係る水質目標について. p.8-14, 環境省, 東京
- 31) 環境省 水・大気環境局(2005): 環水土発第 050801003「農薬取締法第3条第1項第4号から第7 号までに掲げる場合に該当するかどうかの基準を定 める等の件の一部を改正する件」について
- 32) Kasai F. and S.Hatakeyama (1993): Herbicide susceptibility in two green algae, *Chlorella vulgaris* and *Selenastrum capricornutum*. *Chemosphere*, 27, 899-904
- 33) Kasai, F. and T. Hanazato (1995a): Genetic changes in phytoplankton communities exposed to the herbicide simetryn in outdoor experimental ponds. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 28, 154-160
- 34) Kasai, F. and S. Hatakeyama(1995b): Changes in herbicides susceptibility of algae in a river running through an agricultural region. *Ecol. Chem.*, 5, 292-296. (Russian)
- 35) Kasai, F.(1998): Shifts in herbicide tolerance in paddy field periphyton following herbicid application. *Chemosphere*, 38, 919-931
- 36) Kobayashi, H. and S. Mayama (1982): Most pollutiotolerant diatoms of severely polluted rivers in the vicinity of Tokyo. *Jap. J. Phycol.*, 30, 188-196
- 37) Kobayasi, H. and S. Mayama(1989): Evaluation of river water quality by diatoms. *Korean J. Phycol.*, 4, 121-133
- 38) 小竹美恵子ら(1993): 水田排水が流入する小河川へ の水田農薬の流出. 愛知県農業総合試験場研究報告, 25, 69-79
- 39) Lange-Bertalot, H. (2001): Diatom of Europe Volume2 Navicula sensu stricto 10 genera separated from Navicula sensu lato Frustulia. A.R.G.Gantner Verlag K.G., p.116
- 40) 丸諭 (1991):水系環境における農薬の動態に関する研究.千葉県農業試験場特別報告, 18, 1-62
- 41) 松原孝之ら(1963): 有明海における除草剤 PCP 被害調査. 佐賀県養殖試験場報告, 1, 1-13

- 42) Mayama, S.(1999): Taxonomic revisons to the differentiating diatom grops for water quality evaluation and some comments for taxa with new designations. *Diatom*, 15, 1-9
- 43) Mayama, S. and H. Kobayasi (1988): Morphological variations in *Navicula atomus* (Kutz.) Grun. In Round, E. F. (ed.). Proceedings of the ninth international diatom symposium, Bristol, 1986. p.427-435, Biopress, Bristol
- 44) 御厨初子ら(1983): 佐賀県における水田地帯のクリーク水の農薬による汚染. 生態化学, 6, 23-33
- 45) 水戸部英子ら(1999): 水田地域を流域とする河川水 中における農薬濃度の変動,環境化学,9,311-320
- 46) 三菱化学安全科学研究所(1999): 環境庁委託業務報告書 平成10年度農薬の生態影響評価システム確立調査. p.58-70
- 47) 南雲保(1995): 簡単で安全な珪藻被殻の洗浄法. *Diatom*, 10, 88
- 48) 中村幸二(1993): 水田及び水田周辺における除草剤 の消長. 埼玉県農業試験場研究報告, 46, 30-71
- 49) 中内啓光(2004):新版フローサイトメトリー自由自 在. 秀潤社. 東京
- 50) Nelson, K.J. et al. (1999) : Chronic effects of atrazine on tolerance of a benthic diatom. *Environ. Toxico. Chem.*, 18, 1038-1045
- 51) 日本植物防疫協会(1986): 農薬要覧1986年. p.258-278, 日本植物防疫協会, 東京
- 52) 日本植物防疫協会(2001): 農薬ハンドブック2001年版. p.711-766, 日本植物防疫協会, 東京
- 53) 日本植物防疫協会(2002):農薬要覧2002年. p.332-377, 日本植物防疫協会,東京
- 54) 日本植物防疫協会(2003): 農薬要覧2003年. p.329-375, 日本植物防疫協会, 東京
- 55) 日本植物防疫協会(2004):農薬要覧2004年. p.324-372, 日本植物防疫協会,東京
- 56) 日本植物防疫協会(2005a):農薬要覧2005年. p.328-377, 日本植物防疫協会,東京
- 57) 日本植物防疫協会(2005b):農薬ハンドブック2005 年版.p.476-679,日本植物防疫協会,東京
- 58) 農業·生物系特定産業技術研究機構(2006):最新 農業技術辞典.農山漁村文化協会,東京
- 59) 農林水産省農業環境技術研究所(1995): 農業環境研究叢書第9号. p.50-117, 茨城
- 60) 農林水産省農産園芸局(2000):農薬の登録申請に係

- る試験成績について(平成12年11月24日付け12農産 第8147号農林水産省農産園芸局長通知), 東京
- 61) 農林水産省生産局(2002a):農薬の登録申請書等に添 付する資料等について(平成14年1月10日付け13生 産第3987号農林水産省生産局長通知),東京
- 62) 農林水産省生産局(2002b):「農薬の登録申請書に添 付する資料等について」(平成14年1月10日付け13生 産第3987号農林水産省生産局長通知)の運用につい て(13生産第3988号農林水産省生産局生産資材課長 通知),東京
- 63) 農林水産省生産局生産資材課(2001):「農薬の登録申 請に係る試験成績について」(平成12年11月24日付け 12農産第8147号農林水産省農産園芸局長通知)の運 用について(平成13年10月10日付け13生産第3986号 農林水産省生産局生産資材課長通知),東京
- 64) OECD (Organization for Economic Co-operation and Development) (1984): Environment monographs No. 105 report of the OECD workshop on environmental hazard/risk assessment. Organization for Economic Co-operation and Development, Paris
- 65) OECD (Organization for Economic Co-operation and Development) (2002): Proposal for updating guideline 201, Freshwater Alga and Cyanobacteria, Growth Inhibition Test. Organization for Economic Co-operation and Development, Paris
- 66) Ohyama, T. et al. (1987): Fate and behavior of herbicides, butachlor, CNP, chlomethoxynil, and simetryne in river water, shellfish, and sediments of the Ishikari River. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 39, 555-562
- 67) Okamoto, Y. et al. (1998): Surface water monitoring survey for bensulfuron methyl applied in paddy fields. *J. Pest. Sci.*, 23, 235-240
- 68) Ono, H. and J. Nakanisi (1987): Herbicide, CNP contamination in the Lake Kasumigaura basin. *Wat. Res.*, 21, 669-675
- 69) Reiriz, S. et al.(1994): Different responses of the marine diatom *Phaeodactylum tricornutum* to copper toxicity. *Microbiologia.*, 10, 263-72
- 70) Rioboo, C. O. Gonzalez et al.(2002): Physiological response of freshwater microalga (*Chlorella vulgaris*) to triazine and phenylurea herbicides. *Aquat Toxicol.*, 59, 225-35
- 71) Rimet, F. et al.(2004): Impacts of fluoranthene on

- diatom assemblages and frustule morphology in indoor microcosms. *Vie Milieu*, 54, 145-156
- 72) Saroja, G and B. Salil (1982): Effects of methyl parathion on the growth, cell size, pigment and protein content of *Chlorella protothecoides. Environ. Pollut. Ser. A.*, 27. 297-308
- 73) Seguin, F. et al.(2001): Effects of atrazine and nicosulfuron on periphytic diatom communities in freshwater outdoor lentic mesocosms. *Ann. Limnol. Int. J. Limnol.*, 37, 3-8
- 74) SETAC (Society of environmental toxicology and chemistry) (1994): Pesticide risk assessment & mitigation. p.23-75, SETAC Press, Pensacola, Florida
- 75) Shigeoka T. et al. (1988): Acute toxicity of chlorophenols to green algae, *Selenastrum capricornutum* and *Chlorella vulgaris*, and quantitative structure-activity relationships. *Environ. Toxicol. Chem.*, 7, 847–854
- 76) Shiraishi,H. et al. (1988): Behaviour of pesticides in Lake Kasumigaura, *Japan. Sci. Total Env.*, 72, 29-42
- 77) 衆議院(1962):第041回国会農林水産委員会第6号, 議事録(41- 衆 - 農林水産委員会 - 6号 昭和37年08月 28日)
- 78) Skulberg, O. M. (1964): Algal problems related to the eutrophication of water supplies, and bioassay method to assess fertilizing influences of pollution on inland waters. In D. F. Jackson (ed.), Algal and Man. Plenum Press, New York
- 79) 園池公毅(2005): パルス変調クロロフィル蛍光測定 におけるデータの解釈. 日本光合成研究会会報, 42, 7-12
- 80) Stauber, J.L., N.M. Franklin and M.S. Adams (2002): Applications of flow cytometry to ecotoxicity testing using microalgae. *Trends Biotechnol.*, 20, 141-143
- 81) St-Laurent, D. and C. Blaise (1992): Comparative assessment of herbicide phytotoxicity to *Selenastrum* capricornutum using microplate and flask bioassay procedures. *Environ. Toxicol. Water Qual.*, 7, 35-48
- 82) Sudo, M. et al. (2002): Concentration and loading of pesticide residues in Lake Biwa basin (Japan). *Wat. Res.*, 36, 315-329
- 83) 竹内誠(1992): 水質浄化機能の評価手法. 農林水産 技術会議事務局 農業環境技術研究所 多面的機能評 価手法の手引き. p. 1-30

- 84) Tang, J. et al.(1997): Differential toxicity of atrazine to selected freshwater algae. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 59, 631-637
- 85) Torres, A.M. and O' Flaherty, L.(1976): Influence of pesticides on *Chlorella, Chlorococcum, Stigeoclonium* (Chlorophyceae), *Tribonema, Vaucheria* (Xantophyceae) and *Oscillatoria* (Cyanophyceae). *Phycologia*, 15, 25-36
- 86) Troussellier, M. et al.(1993): Recent applications of flow cytometry in aquatic microbial ecology. *Biol. Cell.*, 78, 111-121
- 87) 津田松苗(1972): "第2部汚水生物体系論" 水質汚濁 の生態学. p.53-134, 公害対策技術同友会, 東京
- 88) Tsuda, T. et al.(1996): Pesticides in water and fish from rivers flowing into Lake Biwa. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 57, 442-449
- 89) U. S. Environmental Protection Agency (1971): Algal assay Bottle Test, National Eutrophication Research Laboratory
- 90) U. S. Environmental Protection Agency (1974):
 Marine algal assay Procedure Bottle Test, National
 Eutrophication Research Laboratory
- 91) U. S. Environmental Protection Agency (1996): Ecological effects test guidelines; Algal toxicity Tiers I and II, OPPTS 850.5400
- 92) Vu Hong Son et al.(2002): Monitoring pesticide runoff from rice paddy fields for deveroping a river water quality model. The 3rd International Symposium-Environmental Issues in Korea and Japan. p.103-112
- 93) Vu Hong Son et al.(2003): Fate and transport of rice pesticide in agricultural surface water -Model concept and testing for river water compartment-, The 4th International Symposium-Environmental Issues in Korea and Japan, p.52-59
- 94) 渡辺仁治(1962):北海道常呂川の水質汚濁に対する 珪藻の種類数に基づく生物指標.日本生態学会誌, 23.86-101
- 95) Watanabe, T. et al.(1986): Saprophilous and eurysaprobic diatom taxa to organic water pollution and diatom assemblage index (DAIpo). *Diatom*, 2, 23-73
- 96) 渡辺仁治(2005): "第3章 湖沼,河川胸中の水質汚 濁指数 DAIpo" 淡水珪藻生態図鑑. p.18-53, 内田老

鶴圃,東京

- 97) Wehr, J. D. and P. G. Sheath (2003): Freshwater algae of North America ecology and classification, p.32-36 Academic press, New York
- 98) 山谷正治ら(1981): 空中散布された農薬の水系における消長. 生態化学, 4, 37-44

Development of Risk Assessment Procedure for Evaluating Effect of Herbicides on Primary Productivity of River Ecosystem

Satoru Ishihara

Summary

Organochemicals Division, National Institute for Agro-Environmental Sciences / 3-1-3 Kannondai, Tsukuba, 305-8604, Japan

(Present address: Physical and Chemical Properties Evaluation Division, Agricultural Chemicals Inspection Station/ 2-772, Suzuki-cho, Kodaira-shi, 187-0011, Japan)

Algal communities are important for the maintenance of functioning ecosystems in fresh, brackish, and marine aquatic environments. Planktonic and periphytonic algae form the base of most food chains, produce oxygen, and are important in the nutrient cycle. Alterations of a phytoplankton community as a result of toxic stress may affect the structure and functioning of the whole ecosystem.

In Japan more than half of agricultural land is paddy fields, and various herbicides are used for rice cultivation. The herbicides applied to paddy fields are apt to flow into water bodies such as rivers and lakes and those were detected in rivers at concentrations of several micrograms per liter for some months after the rice-planting season. Although it is important to understand the effects of herbicides on primary production in riverine ecosystems of Japan, only a few studies have examined the influence of rice herbicides on aquatic plants.

Planktonic green algae are generally used test species for first tier aquatic risk assessment of pesticides. However, these species are not indicators suitable enough for assessing influence of pesticides to primary productivities at riverine ecosystems. In streams, attached diatoms (ADs) usually are dominant algal groups in terms of biodiversity and comprise major biomass, therefore, the phytotoxicity of chemicals to ADs or AD communities will be significant indicators for higher tier risk assessment.

The objectives of this study were to investigate exposure characteristics of rice herbicides at riverine ecosystems of Japan, to compare the relative sensitivity of various algal taxa to herbicides, to develop the growth inhibition test method using fresh water ADs, and to construct more realistic and scientifically sound ecological risk assessment procedure for primary productivity.

- 1. The eighteen kinds of paddy rice herbicides concentration in water samples at Sakura R. and L. Kasumigaura were monitored from 2001 to 2005. The highest concentrations of the rice herbicides were observed at Sakura R. during middle May to early June and these concentration levels at the midstream of Sakura R. were 0.12-8.8µg I¹. The residual rice herbicides observed in Sakura R. water was rapidly diluted and dispersed in L. Kasumigaura and the dilution magnification from downstream of Sakura R. to Tsuchiura bay of L. Kasumigaura was 3 to 17 times. The annual trends of the detected rice herbicides concentration at midstream of Sakura R. were almost correlated with the annual trend of sales amounts of these rice herbicides in Ibaraki prefecture.
 - 2. By comparing EC₅₀(0-72 h) values (50% growth inhibition concentration at 72 h after treatment), the sensitivities

of four unicellular algal species to fourteen herbicides were investigated. The test species were green algae (*Pseudokirchneriella subcapitata* and *Chlorella vulgaris*), a diatom (*Achnanthidium minutissimum*), and a blue-green alga (*Merismopedia tenuissima*). Test herbicides were selected based on frequency of recent usage in paddy fields in Japan and were four carbamates (thiobencarb, esprocarb, molinate, dimepiperate), three amides (pretilachlor, mefenacet, cafenstrole), two triazines (dimethametryn, simetryn), two sulfonylureas (bensulfuronmethyl, imazosulfuron), a urea (daimuron), a thiadiazine (bentazone), and a quinone (quinoclamine). The certain amide, triazine and sulfonylurea herbicides were highly hazardous for any tested species of algae. EbC₅₀ values of pretilachlor and cafenstrole were 1.7–4.3 µg I¹ for the green alga *P. subcapitata*, those of triazines were 0.30–25 µg I¹ for all test algae, and those of sulfonylureas were 0.70–10 µg I¹ for the blue-green alga *M. tenuissima*. In contrast, the herbicides mefenacet, bentazone, daimuron, and thiocarbamates posed low hazards to these four algae.

- 3. The effects of forty herbicides on cell morphologies of the freshwater microalgae such as P subcapitata, A. minutissimum and M. tenuissima were investigated by microscopic observation, measuring side scatter (SSC) intensity and autonomous fluorescence (AF₆₁₀) of chlorophyll a using a flow cytometry. Morphological changes and differences in chlorophyll a amount of these microalgae were induced by the exposures to high concentration (10mg I^{-1} or water solubility) of herbicides. Especially, the responses on cell shape of P subcapitata were greater than those of two other species and these reactions observed in P subcapitata were classified into four types. The cell volumes were greatly increased at the highest concentrations (6 to 12 times of EbC_{50}) of the five herbicides (bensulfuronmethyl, esprocarb, mefenacet, pretilachlor, and thiobencarb) and the blanching cells were observed in incubations with three herbicides (esprocarb, quinoclamine and thiobencarb). The recoverability from morphological changes of P subcapitata cells was confirmed in exposure experiments with seven kinds of herbicides (bensulfuronmethyl, esprocarb, mefenacet, pretilachlor, quinoclamine, simetryn and thiobencarb). It is clear that every treated P subcapitata population did not extinct in a short time (72h) exposures of high concentration of seven herbicides, and that the recoverability of P subcapitata population is apt to decline with increasing the amount of blanching cells.
- 4. A risk assessment was conducted based on calculated ErC₅₀ values and the detected highest concentration of herbicides in the Sakura R., Saka R., L. Kasumigaura and Paddy drain. This assessment strongly suggested that certain amides, triazines, and sulfonylureas may pose a relatively high ecological risk to aquatic ecosystems in Japan.
- 5. A growth inhibition test method using fresh water attached diatoms was developed by improving microplate algal assay technique for planktonic green algae. Applying the solid culture technique for the pre-culture, using the flat bottom microplate for the test vessel and vortexing the microplate at least twice a day were necessary procedures to ensuring the reproducibility of the test using attached diatoms. Reproducible result was obtained from seven repetitions of growth inhibition tests using dimethametryn, a triazine herbicide on *A. minutissimum* of attached diatom. The average ErC₅₀ values calculated from these tests was 7.9µg l¹ (*n*=7, SE=1.3). The optimum culture condition and the adaptability as test organism were evaluated in ten kind of attached diatoms (*A. minutissimum, Craticula molestiformis, Eolimna minima, Eolimna subminuscula, Fistulifera saprophila, Mayamaea atomus, Nitzschia palea, Planothidium frequentissimum, Planothidium lanceolatum, Sellaphora seminulum*). The optimum culture temperature was 15-30°C. The difference of illumination intensity (c.a.2,000lux or c.a.5,000lux) did not influence the growth rate of every diatom at the optimum culture temperature. It is concluded that *C. molestiformis, E. minima, E. subminuscula, F. saprophila, M. atomus* and *N. palea* are suitable test species in these diatoms in terms of high growth potential and that *M. atomus* and *N. palea* are valuable test species in terms of habitat diversity and easiness of isolation.

6. The 61 strains of the attached diatom (Nitzschia spp.) were isolated from several areas, Saka R., Sakura R. and Hiso

R. basins and L. Kasumigaura. The ErC₅₀ values of dimethametryn ranged over two orders of magnitude among the strains. Tolerant strains were collected only from midstream site, suggesting that the strains may have been selected by the herbicide in paddy fields. The difference in organic element contents (carbon, nitrogen and sulfur) was not significant between two strains of *N. palea* which have different susceptibilities to dimethametryn. The results indicated that the changes in dimethametryn susceptibilities of diatoms don't cause serious disadvantages as primary producers.

7. The growth inhibition test for single species was improved to apply for diatom communities, as higher tier impact assessment. Using the method, the susceptibilities of diatom communities from the sites not affected with paddy drainages were concluded to be higher than that from the sites with inflow of drainages. Furthermore, bigger differences in susceptibilities were shown especially during the rice growing period.

付表

一備 考一

定量下限値以下の数値についても掲載した。 定量下限値以下の数値は薄文字とした。 ピークが検出されなかった試料は – で示した。 分析を行っていない試料は網掛けで示した。

付表1:イマゾスルフロン及びエスプロカルブの測定値

付表2:オキサジクロメホン及びカフェンストロールの測定値

付表3:シマジン及びジメタメトリンの測定値 付表4:シメトリン及びジメピペレートの測定値 付表5:ダイムロン及びチオベンカルブの測定値

付表6:ピラゾスルフロンエチル及びピリブチカルブの測定値

付表7:ピリミノバックメチル及びブタクロールの測定値

付表8:プレチラクロール及びベンスルフロンメチルの測定値

付表9:ペントキサゾン及びメフェナセットの測定値

付表10:モリネート及びフェニトロチオンの測定値

付表11:フェノブカルブの測定値

付表1:イマゾスルフロン及びエスプロカルブの測定値

Street and the	5m -b &-	ゾスル			定量下						165 1 19									
調査地点	調査年	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15	5/22	5/29	採水日 6/5	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/19
St. 1	2001																			
St. 2	2004	4/26 -	5/3 -	5/10 -	5/17 0.040	5/24 -	5/31 -	6/7 -	6/21											
	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8 0.060	5/15 0.54	5/22 0.14	5/29 0.080	6/5	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/19
St. 3	2002	4/22	5/2 0.061	5/8 0.99	5/14 0.44	5/20 0.30	5/27 0.12	6/3 0.071	6/10 0.030	6/17	6/24	7/8	7/22	8/5	8/19					
St. 4	2002	4/22	5/2	5/8	5/14	5/20	5/27	6/3	6/10	6/17	6/24	7/8	7/22	8/5	8/19		-		-	
51.4	2002	3/20	4/10	1.4 4/17	0.46	0.51 5/1	0.065 5/8	0.056 5/15	0.10 5/22	0.036 5/29	6/5	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/19
	2001	4/22	5/2	5/8	0.37	0.45 5/20	0.81 5/27	1.5	0.72	0.24 6/17	0.19	0.10	7/22	_		-	-	-	-	
	2002	0.20	0.27	0.83	5/14 1.1	0.60	0.38	0.21	6/10 0.14	0.066	6/24	7/8 -	-	8/5 -	8/19					
St. 5	2003	4/28	5/2	5/7	5/13	5/14	5/20	5/21	5/28	6/4	6/11	6/18	6/25	7/2						
		0.072 4/26	0.37 5/3	0.62 5/10	0.89 5/17	0.99 5/24	0.73 5/31	0.67 6/7	0.52 6/21	0.22 7/18	0.14	0.082	0.062	0.013						
	2004	0.027	0.66	1.2	0.79	0.20	0.29	0.18	0.061	0.015										
	2005	4/18 0.0080	5/1 0.37	5/9 0.93	5/17 1.3	5/24 0.73	6/2 0.30	6/15 0.15	6/27 0.063											
		3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15	5/22	5/29	6/5	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/19
	2001	-	-			0.39	0.34	0.20	1.2	0.35	0.30	0.13	-	-	-	-	-	-	-	-
St. 6	2002	4/22	5/2	5/8	5/14	5/20	5/27	6/3	6/10	6/17	6/24	7/8	7/22	8/5	8/19					
		4/28	0.41 5/2	0.90 5/7	1.2 5/13	0.78 5/14	0.67 5/20	0.34 5/21	0.13 5/28	0.10 6/4	0.057 6/11	0.031 6/18	6/25	7/2			_		_	
	2003	0.022	0.30	0.30	1.1	1.0	0.93	0.76	0.66	0.21	0.20	0.10	0.095	0.013						
St. 7	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1 0.19	5/8 0.10	5/15 0.16	5/22 0.60	5/29 0.29	6/5 0.22	6/12 0.13	6/19	6/26	7/3	7/17 -	7/31	8/14	8/28	9/19
St. 8	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15	5/22	5/29 0.20	6/5 0.24	6/12	6/19 0.054	6/26 0.068	7/3 0.052	7/17	7/31	8/14	8/28	9/19
St. 9	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15	5/22	5/29	6/5	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/19
		5/22			_		_			_	_	=				_	_		_	
St. 10	2002	-																		
	2002	4/22	5/2	5/8	5/14	5/20	5/27	6/3	6/10	6/17	6/24	7/8	7/22	8/5	8/19					
0.		4/28	2.2 5/2	2.1 5/7	3.5 5/13	1.0 5/14	0.69 5/20	0.46 5/21	0.25 5/28	0.27 6/4	6/11	6/18	0.026 6/25	7/2						
St. a	2003	-	1.1	3.2	2.6	3.0	7.0	1.5	1.3	0.32	0.18	0.10	0.033	0.023						
	2004	4/26 -	5/3 1.6	5/7 3.7	5/10 2.2	5/13 3.6	5/17 1.8	5/21 0.65	5/24 0.48	5/27 0.38	5/31 0.45	6/7 0.27	6/21 0.079							
까나카하	7	プロム	11 -J	بدر	量下限	1 . 00	c1=1													
除草剤名 調査地点	調査年	7 4 7			,里下欧	. 0.00	σμg I				採水日						-		-	
St. 1	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15	5/22	5/29	6/5	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/19
St. 2	2004	4/26	5/3	5/10	5/17	5/24	5/31	6/7	6/21											
JI. 4		3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15	5/22	5/29	6/5	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/19
St. 3	2001	-		_		-	0.020	0.33	0.16	0.14	0.022	-		_		-	-	-	-	-
JI. J	2002	4/22 -	5/2 0.0077	5/8 0.90	5/14 0.96	5/20 0.46	5/27 0.067	6/3 0.035	6/10 0.018	6/17 0.029	6/24	7/8 -	7/22 -	8/5 -	8/19 -					
St. 4	2002	4/22	5/2	5/8	5/14	5/20	5/27	6/3	6/10	6/17	6/24	7/8	7/22	8/5	8/19					
		3/20	0.010 4/10	0.53 4/17	0.88	0.70 5/1	5/8	0.028 5/15	5/22	5/29	6/5	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/19
	2001				_	_	0.37	0.70	0.46	0.28	0.13	0.060	0.038	0.045						

St. 1	2001	3/20 -	4/10 -	4/17 -	4/24 -	5/1 -	5/8 -	5/15 -	5/22 -	5/29 -	6/5 -	6/12 -	6/19	6/26 -	7/3 -	7/17 -	7/31 -	8/14 -	8/28 -	9/19 -
St. 2	2004	4/26	5/3 -	5/10	5/17	5/24 -	5/31 -	6/7	6/21											
St. 3	2001	3/20	4/10	4/17 -	4/24	5/1 -	5/8 0.020	5/15 0.33	5/22 0.16	5/29 0.14	6/5 0.022	6/12	6/19	6/26	7/3 -	7/17 -	7/31	8/14	8/28	9/19
	2002	4/22	5/2 0.0077	5/8 0.90	5/14 0.96	5/20 0.46	5/27 0.067	6/3 0.035	6/10 0.018	6/17 0.029	6/24	7/8	7/22	8/5 -	8/19					
St. 4	2002	4/22	5/2 0.010	5/8 0.53	5/14 0.88	5/20 0.70	5/27 0.041	6/3 0.028	6/10 0.032	6/17 0.031	6/24	7/8 -	7/22 -	8/5 -	8/19					
	2001	3/20	4/10	4/17 -	4/24	5/1 -	5/8 0.37	5/15 0.70	5/22 0.46	5/29 0.28	6/5 0.13	6/12 0.060	6/19 0.038	6/26 0.045	7/3 -	7/17 -	7/31 -	8/14 -	8/28	9/19 -
	2002	4/22 0.0079	5/2 0.040	5/8 0.60	5/14 1.6	5/20 1.1	5/27 0.82	6/3 0.22	6/10 0.073	6/17 0.068	6/24 0.047	7/8 0.032	7/22 0.039	8/5	8/19 0.045					
St. 5	2003	4/28	5/2	5/7 0.18	5/13 0.69	5/14 0.94	5/20 0.79	5/21 0.92	5/28 0.49	6/4 0.14	6/11 0.069	6/18 0.051	6/25 0.032	7/2 0.023						
	2004	4/26 - 4/18	5/3 0.048 5/1	5/10 1.1 5/9	5/17 1.2 5/17	5/24 0.39 5/24	5/31 0.16 6/2	6/7 0.11 6/15	6/21 0.10 6/27	7/18										
	2005	0.0044	0.012	0.48	1.0	0.39	0.16	0.081	0.031											
	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8 0.018	5/15 0.050	5/22 0.88	5/29 0.48	6/5 0.17	6/12 0.086	6/19 0.040	6/26	7/3	7/17 –	7/31	8/14	8/28	9/19
St. 6	2002	4/22	5/2 0.016	5/8 0.82 5/7	5/14	5/20	5/27 0.39	6/3 0.15	6/10 0.069	6/17 0.074	6/24 0.059	7/8 0.045	7/22	8/5	8/19 0.026					
	2003	4/28	5/2	0.069	5/13 0.48	5/14 0.45	5/20 0.81	5/21 0.89	5/28 0.33	6/4 0.13	6/11 0.084	6/18 0.051	6/25 0.042	7/2 0.020						
St. 7	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1 -	5/8 -	5/15 0.033	5/22 0.44	5/29 0.20	6/5 0.12	6/12 0.084	6/19 0.042	6/26	7/3	7/17 -	7/31	8/14	8/28	9/19
St. 8	2001	3/20 -	4/10 -	4/17 -	4/24	5/1 -	5/8 -	5/15 -	5/22 0.030	5/29 0.11	6/5 -	6/12	6/19	6/26 -	7/3 -	7/17 -	7/31 -	8/14	8/28	9/19 -
St. 9	2001	3/20	4/10 -	4/17 -	4/24	5/1 -	5/8 -	5/15 -	5/22	5/29 -	6/5 -	6/12	6/19	6/26 -	7/3 -	7/17 -	7/31 -	8/14	8/28	9/19 -
St. 10	2002	5/22 0.067																		
	2002	4/22	5/2	5/8 0.060	5/14 1.3	5/20 0.63	5/27 0.18	6/3 0.076	6/10 0.049	6/17 0.056	6/24 0.037	7/8 -	7/22	8/5 -	8/19					
St. a	2003	4/28	5/2	5/7 0.014	5/13 0.6	5/14 0.33	5/20 5.4	5/21 1.7	5/28 0.093	6/4 0.066	6/11 0.061	6/18 0.067	6/25 0.022	7/2 0.013						
	2004	4/26	5/3 0.036	5/7 0.072	5/10 2.9	5/13 2.1	5/17 3.2	5/21 0.52	5/24 0.10	5/27 0.23	5/31 2.3	6/7 0.17	6/21 0.040							

付表2:オキサジクロメホン及びカフェンストロールの測定値

草剤名 査地点											採水日									
St. 1	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15	5/22	5/29	6/5 測定なし	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/
St. 2	2004	4/26	5/3 -	5/10	5/17	5/24	5/31	6/7	6/21											
	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15	5/22	5/29	6/5 測定なし	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9,
St. 3	2002	4/22	5/2	5/8 0.0083	5/14	5/20	5/27	6/3	6/10	6/17	6/24	7/8	7/22	8/5 -	8/19					
St. 4	2002	4/22	5/2	5/8 -	5/14	5/20	5/27	6/3	6/10	6/17	6/24	7/8	7/22	8/5	8/19					
	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15	5/22	5/29	6/5 測定なし	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9
	2002	4/22	5/2 -	5/8 -	5/14	5/20	5/27	6/3	6/10	6/17	6/24	7/8 -	7/22 -	8/5 -	8/19					
St. 5	2003	4/28 -	5/2 -	5/7 -	5/13 -	5/14 -	5/20 0.0092	5/21	5/28 0.014	6/4 0.014	6/11 0.015	6/18 -	6/25 0.011	7/2 0.012						
	2004	4/26 -	5/3 -	5/10 -	5/17 -	5/24 -	5/31 -	6/7 -	6/21 0.012	7/18 -										
	2005	4/18	5/1	5/9 -	5/17	5/24	6/2	6/15	6/27											
	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15	5/22	5/29	6/5 測定なし	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	Ç
St. 6	2002	4/22	5/2	5/8 0.053	5/14 0.0049	5/20	5/27	6/3	6/10	6/17	6/24	7/8 -	7/22	8/5 -	8/19					
	2003	4/28	5/2 0.018	5/7 -	5/13 0.0095	5/14 0.014	5/20 0.015	5/21 0.011	5/28 0.011	6/4 0.0091	6/11 0.0081	6/18	6/25 0.018	7/2 0.012						
St. 7	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15	5/22	5/29	6/5 測定なし	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9
St. 8	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15	5/22	5/29	6/5 測定なし	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9
St. 9	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15	5/22	5/29	6/5 測定なし	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	Ç
t. 10	2002	5/22 測定なし									例足なし									_
	2002	4/22	5/2	5/8	5/14	5/20	5/27	6/3	6/10	6/17	6/24	7/8	7/22	8/5	8/19					
		1 (00	5/2	5/7	5/13	5/14	5/20	5/21	5/28	6/4	6/11	6/18 0.055	6/25 0.011	7/2 0.051						
St. a	2003	4/28	- 5/2		_	0.016	0.033	0.055	0.011	0.011										
草剤名	2004	0.026 4/26 -	5/3	5/7 0.010	- 5/10 - 定量	0.016 5/13 - - -	0.033 5/17 - : 0.03 ₁	0.055 5/21 - ug l ⁻¹	0.011 5/24 -	0.011 5/27 -	0.0097 5/31 - - 採水日	6/7 0.040	6/21 0.028	0.031						
草剤名	2004	0.026 4/26 -	5/3	5/7 0.010		5/13	5/17	5/21				6/7	6/21	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	(
草剤名 <u>查地点</u> St. 1	2004 名: カン 調査年	0.026 4/26 - 7 エンス 3/20 - 4/26	- 5/3 - トロー 4/10 - 5/3	- 5/7 0.010 - JV - 4/17 - 5/10	定量 4/24 - 5/17	5/13 - 量下限 5/1 - 5/24	5/17 - : 0.03 ₁ 5/8 - 5/31	5/21 ug l ⁻¹ 5/15 6/7	5/24 - 5/22 - 6/21	5/27	5/31 - 採水日	6/7 0.040	6/21 0.028		7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	•
草剤名 <u>查地点</u> St. 1	2004 名: カン 調査年 2001	0.026 4/26 - 7エンス 3/20	- 5/3 - トロー 4/10	- 5/7 0.010 - JV 4/17	定量 4/24	5/13 - 量下限 5/1	5/17 - : 0.03 ₁ : 5/8 - : 5/31 0.090 5/8	5/21 - ug l ⁻¹ 5/15 - 6/7 0.24 5/15	5/24 - 5/22 - 6/21 0.086 5/22	5/27 - 5/29 - 5/29	5/31 - 採水日 6/5 - 6/5	6/7 0.040	6/21 0.028		7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	
草剤名 <u>É地点</u> St. 1	2004 名: カン 調査年 2001 2004	0.026 4/26 - 7 エンス 3/20 - 4/26 0.064	5/3 - 4/10 - 5/3 0.074 4/10 - 5/2	5/7 0.010 - JV - 4/17 - 5/10 0.86 4/17 - 5/8	- 定量 4/24 - 5/17 0.10 4/24 - 5/14	5/13 - 量下限 5/1 - 5/24 0.21 5/1 - 5/20	5/17 - : 0.03 5/8 - 5/31 0.090 5/8 0.74 5/27	5/21 11g l ⁻¹ 5/15 6/7 0.24 5/15 1.6 6/3	5/24 - 5/22 - 6/21 0.086 5/22 0.42 6/10	5/27 - - 5/29 -	5/31 - 採水日 6/5 -	6/7 0.040	6/21 0.028	6/26	_	_	_	_	_	
草剤名 <u>医地点</u> St. 1	2004 名: カン 調査年 2001 2004 2001	0.026 4/26 7 エンス 3/20 - 4/26 0.064 3/20 - 4/22 - 4/22	5/3 - 4/10 - 5/3 0.074 4/10 - 5/2 0.044 5/2	5/7 0.010 - JV 4/17 - 5/10 0.86 4/17 - 5/8 1.2	定量 4/24 - 5/17 0.10 4/24 - 5/14 0.40 5/14	5/13 - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	5/17 - 5/8 - 5/31 0.090 5/8 0.74 5/27 0.079 5/27	5/21 	5/24 - 5/22 - 6/21 0.086 5/22 0.42 6/10 0.069 6/10	5/27 - 5/29 - 5/29 0.27 6/17 - 6/17	探水日 6/5 - 6/5 0.13 6/24	6/7 0.040 6/12 - 6/12	6/19 - 6/19	6/26	7/3 - 8/19 - 8/19	_	_	_	_	
草剤名 <u>香地点</u> St. 1	2004 名: カフ 調査年 2001 2004 2001 2002	0.026 4/26 7 エンス 3/20 	5/3 - 4/10 - 5/3 0.074 4/10 - 5/2 0.044	- JV 4/17 - 5/10 0.86 4/17 - 5/8 1.0 4/17	定量 4/24 - 5/17 0.10 4/24 - 5/14 0.40 5/14 0.32 4/24	5/13 - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	5/17 - 5/8 - 5/31 0.090 5/8 0.74 5/27 0.079 5/27 0.092	5/21 	5/24 5/22 	5/29 - 5/29 0.27 6/17 - 6/17 0.064	探水日 6/5 	6/7 0.040 6/12 - 7/8 - 7/8 - 6/12	6/19 - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	6/26 - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	7/3 - 8/19 - 8/19 0.080 7/3	_	_	_	_	(
草剤名 <u>香地点</u> St. 1 St. 2	2004 名: カラ 調査年 2001 2004 2001 2002 2002	0.026 4/26 - 7 エンス 3/20 - 4/26 0.064 3/20 - 4/22 - 4/22 0.026	5/3 - 4/10 - 5/3 0.074 4/10 - 5/2 0.044 5/2 0.037 4/10 - 5/2	- JV 4/17 - JV 4/17 - 5/10 0.86 4/17 - 5/8 1.0 4/17 - 5/8	左重 4/24 - 5/17 0.10 4/24 - 5/14 0.40 5/14 0.32 4/24 - 5/14	5/13 - 5/13 - 5/1 - 5/24 0.21 5/1 - 5/20 0.49 5/20 0.44 5/1 0.078 5/20	5/17 	5/21 - 1g l ⁻¹ 5/15 - 6/7 0.24 5/15 1.6 6/3 0.060 6/3 0.077 5/15 1.0 6/3	5/24 - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	5/29 - 5/29 0.27 6/17 - 6/17 0.064 5/29 0.37 6/17	探水日 6/5 	6/7 0.040 6/12 - 7/8 - 7/8 -	6/19 - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	6/26 - 6/26 - 8/5 - 8/5 - 6/26 - 8/5	7/3 - 8/19 - 8/19 0.080	7/17	7/31	8/14	8/28	(
草剤 茶地点 St. 1 St. 2 St. 3	2004 コード カラ 調査年 2001 2004 2001 2002 2002 2001	0.026 4/26 - 7 エンス 3/20 - 4/26 0.064 3/20 - 4/22 0.026 3/20	5/3 - 4/10 - 5/3 0.074 4/10 - 5/2 0.044 5/2 0.037 4/10 - 5/2 0.11 5/2	5/7 0.010 4/17 - 5/10 0.86 4/17 - 5/8 1.2 5/8 1.0 4/17 - 5/8 0.71 5/7	大型 4/24 - 5/17 0.10 4/24 - 5/14 0.40 5/14 0.32 4/24 - 5/14 1.7 5/13	5/13 - 5/14 0.21 5/24 0.21 5/10 0.49 5/20 0.49 5/20 0.49 5/20 5/20 5/1 5/20 5/1 5/20 5/1 5/20 5/1 5/20 5/1 5/20 5	5/17 	5/21 - 5/15 - 6/7 0.24 5/15 1.6 6/3 0.060 6/3 0.077 5/15 1.0 6/3 0.091 5/21	5/24 	5/27 - 5/29 0.27 6/17 - 6/17 0.064 5/29 0.37 6/17 0.080 6/4	探水日 6/5 0.13 6/24 0.043 6/24 0.07 6/24 0.024 6/11	6/7 0.040 6/12 - 7/8 - 6/12 0.12 7/8 - 6/18	6/19 - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	6/26 - 8/5 - 8/5 - 6/26 - 8/5 - 7/2	7/3 - 8/19 - 8/19 0.080 7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	Į.
草剤 茶地点 St. 1 St. 2 St. 3	2004 コード カラ 2001 2004 2001 2002 2002 2001 2002	0.026 4/26 	5/3 - 4/10 - 5/3 0.074 4/10 - 5/2 0.044 5/2 0.037 4/10 - 5/2 0.11 5/2 0.11 5/2 0.10 5/3	5/7 0.010 4/17 5/10 0.86 4/17 - 5/8 1.2 5/8 1.0 4/17 - 5/8 1.0 5/7 5/7 5/7 5/7	定量 4/24 	5/13 - 5/14 0.21 5/24 0.21 5/20 0.49 5/20 0.44 5/1 0.078 5/20 0.63 5/14 0.87 5/24	5/17 	5/21 - 1g l ⁻¹ 5/15 - 6/7 0.24 5/15 1.6 6/3 0.067 5/15 1.0 6/3 0.077 5/15 1.0 6/3 0.091 5/21 0.66 6/7	5/24 - 5/22 - 6/21 0.086 5/22 0.42 6/10 0.069 5/22 0.47 6/10 0.061 5/28 0.24 6/21	5/29 5/29 0.27 6/17 	5/31 - 6/5 - 6/5 0.13 6/24 - 6/24 0.043 6/5 0.17 6/24 0.043	6/7 0.040 6/12 - 7/8 - 7/8 - 6/12 0.12 7/8	6/19 - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	6/26 - - 8/5 - 8/5 - 6/26 - 8/5	7/3 - 8/19 - 8/19 0.080 7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	(
草剤 茶地点 St. 1 St. 2 St. 3	2004 コード コード コード コード コード コード コード コード コード コード	3/20	5/3 - 4/10 - 5/3 0.074 4/10 - 5/2 0.044 5/2 0.037 4/10 - 5/2 0.11 5/2 0.10 5/3 0.071	5/7 0.010 - JV - JV - JV - 5/10 0.86 - 4/17 - 5/8 1.2 - 5/8 1.0 - 4/17 - 5/8 0.71 5/7 0.51 5/10 0.86	左指 4/24 - 5/17 0.10 4/24 - 5/14 0.40 5/14 0.32 4/24 - 5/14 1.7 5/14 0.85 5/17 0.85 5/17	5/13 - 5/13 - 5/1 - 5/24 5/24 5/1 - 5/20 0.44 5/1 0.078 5/20 0.63 5/14 0.87 5/24 0.35	5/17 	5/21 	5/24 - 5/22 - 6/21 0.086 5/22 0.42 6/10 0.069 5/22 0.47 6/10 0.061 5/22 0.47 6/21 0.061	5/29 	探水日 6/5 0.13 6/24 0.043 6/24 0.07 6/24 0.024 6/11	6/7 0.040 6/12 - 7/8 - 6/12 0.12 7/8 - 6/18	6/19 - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	6/26 - 8/5 - 8/5 - 6/26 - 8/5 - 7/2	7/3 - 8/19 - 8/19 0.080 7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	(
草剤 ² を地点 St. 1	2004 図 : カラ 調査年 2001 2004 2001 2002 2002 2001 2002 2003 2004	0.026 4/26 - 7 エンス 3/20 - 4/26 0.064 3/20 - 4/22 0.026 3/20 - 4/22 - 4/22 - 4/28 - 4/28 - 4/28 - 4/28 - 4/28 - 4/28 - 4/28 - 4/29 -	5/3 - 4/10 - 5/3 0.074 4/10 - 5/2 0.044 5/2 0.11 5/2 0.11 5/2 0.10 5/3 0.071 5/1 0.013 4/10	5/7 0.010 4/17 5/10 0.86 4/17 5/8 1.2 5/8 1.0 4/17 - 5/8 0.71 5/7 0.51 5/7 0.87 5/10 0.87	定量 4/24	5/13 - 5/14 0.21 5/24 0.21 5/20 0.49 5/20 0.44 5/1 0.078 5/20 0.63 5/14 0.83 5/24 0.35 5/24 0.35 5/24 0.35	5/17 - 5/8 - 5/8 0.090 5/8 0.74 5/27 0.079 5/27 0.092 5/8 0.46 5/27 0.37 5/20 0.37 5/20 0.34 6/2 0.16	5/21 - 1g l ⁻¹ 5/15 - 6/7 0.24 5/15 1.6 6/3 0.060 6/3 0.077 5/15 1.0 6/3 0.091 5/21 0.66 6/7 0.12 6/7 0.12 6/7 5/15 1.0 6/3 0.056 6/7 5/15 1.0 6/3 0.056 6/7 5/15 1.0 6/7 5/15 1.0 6/3 0.056 6/7 5/15 5/15 5/15 1.0 6/3 0.056 6/7 5/15 5/15 5/15 1.0 6/3 0.056 6/7 5/15 5/15 5/15 5/15 1.0 6/3 0.056 6/7 5/21 0.056 6/7 0.056 0.	5/24 	5/29 	 	6/7 0.040 6/12 - 7/8 - 7/8 - 6/12 0.12 7/8 - 6/18 0.051	6/19 - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	6/26 - 8/5 - 8/5 - 6/26 - 8/5 - 7/2 0.016	7/3 8/19 - 8/19 0.080 7/3 - 8/19	7/17	7/31 - 7/31 - 7/31	8/14	8/28	•
草剤名 St. 1 St. 2	2004 図 : カラ 調査年 2001 2004 2002 2002 2002 2001 2002 2003 2004 2005	0.026 4/26 	5/3 - 4/10 - 5/3 0.074 4/10 - 5/2 0.044 5/2 0.037 4/10 - 5/2 0.10 5/3 0.071 5/2 0.10 5/3 0.071 5/3 0.071 5/2 0.10 5/3 0.071 5/3 0.071 5/3 0.071 5/2 0.013	5/7 0.010 4/17 5/10 0.86 4/17 - 5/8 1.2 5/8 1.0 4/17 - 5/8 0.71 5/7 0.51 5/10 0.87 4/17 - 5/8 0.71 5/10 0.84 4/17 - 5/8 0.71 5/8 0.84 0.85 0.85 0.85 0.85 0.85 0.85 0.85 0.85	年 4/24 - 5/17 0.10 4/24 - 5/14 0.40 5/14 0.32 4/24 - 5/17 0.85 5/17 0.86 4/24 - 5/17	5/13 - 5/13 - 5/1 - 5/24 0.21 5/20 0.49 5/20 0.44 5/1 0.078 5/20 0.63 5/14 0.87 5/24 0.36 5/1 0.56 5/1 0.066 5/1 0.066 5/1 0.066 5/20	5/17 	5/21 	5/24 - 5/22 - 6/21 0.086 5/22 0.42 6/10 0.069 6/10 0.061 5/22 0.47 6/10 0.061 5/22 0.47 6/10 0.061 5/22 0.47 6/10 0.061 5/22 0.47 6/10 0.061 5/22 0.47 6/10 0.061 5/22 0.47 6/10 0.061 5/22 0.47 6/10 0.061 5/22 0.47 6/10 0.061 5/24 6/21 0.061 5/25 6/21 0.061 5/26 6/21 0.061 6/21 0.062 6/21 0.063 6/21 0.063 6/21 0.063 6/21 0.064 6/21 0.065 6/21 0.065 6/21 0.065 6/21 0.065 6/21 0.065 6/21 0.065 6/21 0.065 6/21 0.065 6/21 0.065 6/21 0.065 6/21 0.065 6/21 0.065 6/25 6/25 6/25 6/25 6/26 6/27 0.065 6/26 6/27 0.066 0.066 0	5/29 -5/29 0.27 6/17 - 6/17 0.080 6/4 -7/18 -5/29 0.37 7/18 	 	6/7 0.040 6/12 - 7/8 - 6/12 0.12 0.12 0.15 6/12 0.051	6/19 	6/26 - 8/5 - 8/5 - 6/26 - 8/5 - 7/2 0.016	7/3 8/19 - 8/19 0.080 7/3 - 8/19 - 7/3 - 8/19	7/17	7/31	8/14	8/28	· · ·
草剤名 St. 1 St. 2	2004 図 : カラ 調査年 2001 2004 2001 2002 2002 2001 2002 2003 2004 2005 2001	0.026 4/26 - 7 エンス 3/20 - 4/26 0.064 3/20 - 4/22 - 4/22 - 4/22 - 4/22 - 4/26 - 4/27 - 4/28 - 4/18 - 3/20 - 4/18 - 3/20	5/3 - 4/10 - 5/3 0.074 4/10 - 5/2 0.044 5/2 0.037 4/10 - 5/2 0.10 5/2 0.10 5/3 0.071 5/2 0.11 5/2 0.10 0.10	5/7 0.010 4/17 - 5/10 0.86 4/17 - 5/8 1.0 4/17 - 5/8 0.71 0.51 5/7 0.51 5/7 0.87 5/9 0.43	大き 1	5/13 - 5/14 - 5/24 0.21 5/1 - 5/20 0.49 5/20 0.44 5/1 0.078 5/20 0.63 5/14 0.87 5/24 0.35 5/24 0.56 5/24 0.56 5/24 0.57 5/20 0.63 5/24 0.87 5/20 0.87 5/24 0.87 5/24 0.87 5/24 0.87 5/26 5/26 5/27 5/2	5/17 -5/8 -5/31 0.090 5/8 0.74 5/27 0.079 5/27 0.092 5/8 0.46 5/27 0.34 5/31 0.34 6/2 0.16 5/8 0.085 5/27 0.095	5/21 	5/24 	5/29 	5/31 - 6/5 - 6/5 0.13 6/24 - 6/24 0.043 6/5 0.17 6/24 0.075	6/7 0.040 6/12 - 7/8 - 7/8 - 6/12 0.12 7/8 - 6/18 0.051	6/21 0.028 6/19 - 7/22 - 7/22 - 6/19 0.12 7/22 - 6/25 0.060	6/26 - 8/5 - 8/5 - 6/26 - 8/5 - 0.016	7/3 - 8/19 - 8/19 0.080 7/3 - 8/19 -	7/17	7/31 - 7/31 - 7/31	8/14	8/28	· · ·
草剤名 St. 1 St. 2 St. 3	2004 コード ファイン 調査年 2001 2004 2001 2002 2002 2001 2002 2003 2004 2005 2001 2002	3/20 4/26 3/20 4/26 0.064 3/20 4/22 0.026 3/20 4/22 4/22 4/28 4/28 4/28 4/28 4/28 4/28 4/26 4/28 4/26 4/27 4/28	5/3 - 4/10 - 5/3 0.074 4/10 - 5/2 0.037 4/10 - 5/2 0.11 5/2 0.10 5/3 0.071 0.013 4/10 - 5/2 0.21 5/2 - 4/10	5/7 0.010 4/17 5/10 0.86 4/17 - 5/8 1.0 4/17 - 5/8 1.0 4/17 5/7 0.51 5/10 0.87 5/7 0.43 4/17 - 4/17	を指 4/24 - 5/17 0.10 4/24 - 5/14 0.40 5/14 0.32 4/24 - 5/14 1.7 5/13 0.85 5/17 0.86 4/24 - 5/14 1.7 5/14 0.85 5/17 0.86 4/24 - 4/24 - 5/14 0.85 5/17 0.85 5/17 0.86 4/24 - 5/14 0.85 5/17 0.86 4/24 - 5/14 0.85 5/17 0.86 4/24 - 5/14 0.85 5/17 0.86 4/24 - 5/14 0.87 5/17 0.86 4/24 - 5/14 0.87 5/17 0.86 4/24 - 5/14 0.87 5/17 0.86 4/24 - 5/14 0.86 5/17 0.86 4/24 - 5/14 0.86 5/14 0.86 5/17 0.86 4/24 - 5/14 0.86 4/24 - 5/14 1.3 5/15 5/17 0.86 4/24 - 5/14 1.3 5/14 1.3 5/14 1.3 5/14 1.3 5/14 1.3 5/14 1.3 5/14 1.3 5/14 1.3 5/14 1.3 5/14 1.3 5/14 1.3 5/14 1.3 5/14 1.3 5/14 1.3 5/15 5/17 0.86 4/24 - 5/14 1.3 5/15 5/17 0.86 4/24 - 5/17 0.86 4/24 - 5/17 0.86 4/24 - 5/16	5/13 - 5/13 - 5/14 - 5/24 0.21 5/1 - 5/20 0.49 5/20 0.63 5/14 0.87 5/24 0.35 5/24 0.56 5/1 0.064 5/10 0.60 5/14 0.59	5/17 -5/8 -5/31 0.090 5/8 0.74 5/27 0.079 5/27 0.092 5/8 0.46 5/27 0.37 5/20 0.54 5/31 0.34 6/2 0.16 5/8 0.085 5/27 0.24 5/20 0.64 5/27	5/21 	5/24 	5/29 	 	6/7 0.040 6/12 - 7/8 - 6/12 0.12 7/8 - 6/12 0.051 6/12 0.14 7/8 - 6/18 0.057	6/19 	6/26 8/5 6/26 8/5 7/2 0.016	7/3 -8/19 0.080 7/3 -8/19 -7/3 -7/3 -7/3	7/17 - 7/17 - 7/17 - 7/17	7/31	8/14 - 8/14 - 8/14	8/28 - 8/28 - 8/28	(
草剤/sk.1 Sk.1 Sk.2 Sk.3 Sk.4	2004 図: カラ 調査年 2001 2004 2001 2002 2002 2001 2002 2003 2004 2005 2001 2002 2001	0.026 4/26 - 7 エンス 3/20 - 4/26 0.064 3/20 - 4/22 - 4/22 - 4/28 - 4/18 - 4/22 - 4/26 - 4/28 - 4/26 - 4/28 - 4/26 - 4/28 - 4/	5/3 - 4/10 - 5/3 0.074 4/10 - 5/2 0.044 5/2 0.037 4/10 - 5/2 0.10 5/3 0.071 5/1 0.013 4/10 - 5/2 0.10 0.10	5/7 0.010 4/17 - 5/10 0.86 4/17 - 5/8 1.2 5/8 1.0 4/17 - 5/8 0.71 5/7 0.51 5/7 0.87 5/9 0.43 4/17 - 5/8 0.71 5/9 0.87	4/24	5/13 - 5/14 - 5/24 0.21 5/1 - 5/20 0.49 5/20 0.63 5/14 0.87 5/24 0.87 5/24 0.56 5/24 0.56 5/24 0.56 5/24 0.56	5/17 -5/8 -5/8 -7 5/8 0.090 5/8 0.74 5/27 0.079 5/27 0.092 5/8 0.46 5/27 0.37 5/20 0.54 5/31 0.34 6/2 0.16 5/8 0.085 5/27 0.24 5/27 0.34 6/2 0.16 5/27 0.34 6/2 0.16 5/27 0.34 6/2 0.16 5/27 0.34 6/2 0.16 5/27 0.34 6/2 0.16 5/27 0.34 6/2 0.16 5/27 0.34 6/2 0.16 5/27 0.34 6/2 0.16 5/27 0.34 6/2 6/2 6/2 6/2 6/2 6/2 6/2 6/2	5/21 	5/24 	5/29 	5/31 	6/12 - 6/12 - 7/8 - 6/12 - 7/8 - 6/12 0.12 7/8 - 6/18 0.051	6/21 0.028 6/19 - 7/22 - 7/22 - 6/19 0.12 7/22 - 6/25 0.060	6/26 - 8/5 - 8/5 - 6/26 - 8/5 - 7/2 0.016	7/3 8/19 - 8/19 0.080 7/3 - 8/19 - 7/3 - 8/19	7/17 - 7/17 - 7/17	7/31 7/31 7/31 7/31	8/14	8/28 - 8/28 - 8/28	(
草剤名 St. 1 St. 2 St. 3 St. 4	2004 コード ファイン 調査年 2001 2004 2001 2002 2002 2002 2003 2004 2005 2001 2002 2003 2001 2002 2001 2002	0.026 4/26 3/20 4/26 4/26 0.064 3/20 4/22 4/22 4/28 4/28 4/28 4/28 4/28 3/20 3/20 3/20 3/20 3/20	5/3 - 4/10 - 5/3 0.074 4/10 - 5/2 0.044 5/2 0.037 4/10 - 5/2 0.10 5/3 0.071 5/1 0.013 4/10 - 5/2 0.10 5/3 0.071 5/1 0.10 5/3 4/10 - 4/10 - 4/10 - 4/10	5/7 0.010 4/17 - 5/10 0.86 4/17 - 5/8 1.2 5/8 1.0 4/17 - 5/8 0.71 0.51 5/7 0.51 5/10 0.87 5/8 0.71 - 5/8 0.71 0.87 5/9 0.43 4/17 4/17 4/17	を指 4/24 - 5/17 0.10 4/24 - 5/14 0.40 5/14 1.7 5/14 1.7 5/13 0.85 5/17 0.85 5/17 0.86 4/24 - 5/14 1.3 1.3 1.3 1.3 1.3 1.3 1.3 1.3	5/13 - 5/13 - 5/1 - 5/20 0.49 5/20 0.44 5/1 0.078 5/20 0.63 5/14 0.87 5/24 0.56 5/24 0.56 5/1 0.064 5/20 0.60 5/20 0.63 5/14 0.57 5/24 0.56 5/24 0.56 5/24 0.56 5/20 0.60 5/20 0.60 5/20 0.50 5/20 0.50 5/20 0.50 5/20 0.50 5/20 0.50 5/24 0.56 5/20 0.56 5/1 5/20 0.56 5/1 5/20 0.56 5/1 5/20 0.56 5/1 5/20 0.56 5/1 5/1 0.57 5/20 0.56 5/1 5/20 0.56 5/1 5/1 5/1 5/1 5/1 5/1 5/1 5/1	5/17 -5/8 -5/8 -7 5/8 0.74 5/8 0.74 5/27 0.079 5/27 0.092 5/8 0.46 5/27 0.37 5/20 0.54 5/31 0.34 6/2 0.16 5/8 0.085 5/27 0.24 5/27 0.34 5/27 0.34 5/27 0.34 5/27 0.54 5/27 0.54 5/27 0.54 5/27 0.64 5/27 0.65 5/27 0.65 5/27 0.65 5/27 0.65 5/27 0.65 5/27 0.65 5/27 0.64 5/27 0.65 5/27 0.65 5/27 0.65 5/27 0.65 5/27 0.65 5/27 0.65 5/27 0.65 5/27 0.65 5/27 0.66 5/27 0.66 5/27 0.76 5/20 0.66 5/8 5/8 5/8 5/8 5/8 5/8 5/8 5/8	5/21 	5/24 - 5/22 - 6/21 0.086 5/22 0.42 6/10 0.069 5/22 0.47 6/10 0.061 5/28 0.24 6/21 0.14 6/27 0.026 5/22 0.34 5/22 0.34 5/22 0.34	5/29 	5/31 - 6/5 - 0.13 6/24 - 6/24 0.043 6/5 0.17 6/24 0.075 6/5 0.18 6/24 - 0.075 6/5 0.18 6/24 - 0.075	6/7 0.040 6/12 - 7/8 - 7/8 - 6/12 0.12 7/8 - 6/18 0.051 6/12 0.14 7/8 - 6/18 0.057 6/12 0.14 6/12 - 6/12 0.14	6/21 0.028 6/19 - 7/22 - 7/22 - 6/19 0.12 7/22 - 6/25 0.060 6/19 0.13 6/19 0.13 6/19 -	6/26 - 8/5 - 6/26 - 8/5 - 6/26 - 8/5 - 7/2 0.016 - 8/5 - 7/2 0.017 6/26 - 8/5 - 6/26 - 8/5 - 6/26 - 8/5 - 6/26 - 8/5 - 6/26 - 8/5 - 6/26 - 8/5 - 6/26 - 8/5 - 6/26 - 8/5 - 6/26 - 8/5 - 6/26 - 8/5 - 6/26 - 8/5 - 6/26 -	7/3 -8/19 0.080 7/3 - 8/19 - 7/3 - 8/19 - 7/3 - 8/19	7/17 - 7/17 - 7/17 - 7/17 - 7/17 - 7/17	7/31 7/31 7/31 7/31 7/31 7/31	8/14 - 8/14 - 8/14 - 8/14 - 8/14	8/28 - 8/28 - 8/28 -	9
草剤名 <u>Example</u> Example 1 Example 1 Example 1 Example 1 Example 2 Example 3 Example 2 Example 3 Example 2 Example 3 Example 2 Example 3 Example 3 Examp	2004 2004 3 3 3 3 3 3 3 3 3	0.026 4/26 3/20 4/26 0.064 3/20 4/22 4/22 4/22 4/28 4/28 4/28 3/20 3/20 3/20 5/22	5/3 - 4/10 - 5/3 0.074 4/10 - 5/2 0.044 5/2 0.037 4/10 - 5/2 0.10 5/3 0.071 5/1 0.013 4/10 - 5/2 0.10 5/3 4/10 - 5/2 4/10 - 4/10 -	5/7 0.010 4/17 - 5/10 0.86 4/17 - 5/8 1.2 5/8 1.2 5/8 1.0 4/17 - 5/7 0.51 5/7 0.87 5/9 0.43 4/17 - 5/9 0.43 4/17 - 4/17 - 4/17 - 4/17	4/24 - 5/17 0.10 4/24 - 5/14 0.40 5/14 0.32 4/24 - 5/13 0.85 5/17 0.82 5/17 0.82 5/17 0.82 5/17 0.83 4/24 - 4/24 - 4/24 - 4/24 - 4/24	5/13 - 5/14 - 5/24 0.21 5/1 - 5/20 0.49 5/20 0.44 5/1 0.078 5/20 0.63 5/14 0.87 5/24 0.55 5/24 0.56 5/1 - 5/20 5/35 5/1 5/20 5/20 5/20 5/20 5/20 5/35 5/24 5/35 5/24 5/25 5/24 5/25 5/24 5/25 5/26 5/27 5/26 5/27 5/27 5/28 5/29 5/20 5/20 5/20 5/20 5/20 5/20 5/20 5/20 5/20 5/24 5/25 5/24 5/26 5/26 5/27 5/27 5/28 5/29 5/20 5/20 5/20 5/24 5/20 5/20 5/20 5/24 5/20 5/20 5/20 5/20 5/20 5/24 5/20 5/20 5/20 5/20 5/20 5/20 5/20 5/24 5/20 5/	5/17 	5/21 	5/24 	5/29 	5/31 - 6/5 - 0.13 6/24 - 6/24 0.043 6/5 0.17 6/24 0.075 6/5 0.18 6/11 0.089 6/5 0.15 6/5	6/7 0.040 6/12 - 7/8 - 7/8 - 6/12 0.12 7/8 - 6/18 0.051 6/18 0.051 6/18 0.057 6/18 0.057	6/21 0.028 6/19 - 7/22 - 7/22 - 6/19 0.12 7/22 - 6/25 0.060 6/19 0.13 7/22 - 6/25 0.016 6/19	6/26 - 8/5 - 8/5 - 6/26 - 8/5 - 7/2 0.016 6/26 - 7/2 0.017 6/26 - 6/26	7/3 - 8/19 - 8/19 0.080 7/3 - 8/19 - 7/3 - 8/19 - 7/3 - 7/3 - 7/3 - 7/3	7/17 - 7/17 - 7/17 - 7/17 - 7/17	7/31 - 7/31 - 7/31 - 7/31 - 7/31	8/14 - 8/14 - 8/14 - 8/14 - 8/14	8/28 - 8/28 - 8/28 - 8/28 - 8/28	
草剤名 <u>香地点</u> St. 1 St. 2 St. 3 St. 4	2004 図 : カラ 調査年 2001 2004 2001 2002 2002 2001 2002 2003 2004 2005 2001 2002 2003 2001 2002 2001 2002	0.026 4/26 3/20 4/26 4/26 0.064 3/20 4/22 0.026 3/20 4/22 4/28 4/28 4/28 4/28 3/20 3/20 3/20 3/20 3/20 3/20 3/20	5/3 - 4/10 - 5/3 0.074 4/10 - 5/2 0.044 5/2 0.037 4/10 - 5/2 0.10 5/3 0.071 5/1 0.013 4/10 - 5/2 - 4/10 - 4/10 - 5/2 - 4/10 - 4/10 - 5/2 - 4/10 -	5/7 0.010 4/17 - 5/10 0.86 4/17 - 5/8 1.0 4/17 - 5/8 0.71 5/7 0.51 5/10 0.87 5/7 0.51 5/10 0.87 5/7 0.41 5/7 0.41 5/9 0.41 7 - - - - - - - - - - - - - - - - - -	14/24	5/13 - 5/13 - 5/14 - 5/24 0.21 5/1 - 5/20 0.49 5/20 0.44 5/1 0.078 5/20 0.63 5/14 0.87 5/24 0.56 5/24 0.56 5/1 - 5/20 0.60 5/1 - 5/20 0.60 5/1 - 5/20 0.61 5/20 0.63 5/14 0.59 5/1 - 5/1 - 5/20 5/1 - 5/20 5/20 5/20 5/20 5/24 5/20 5/24 5/20 5/20 5/20 5/20 5/24 5/20 5/20 5/20 5/20 5/20 5/24 5/20	5/17 - 5/8 - 5/31 0.090 5/8 0.74 5/27 0.079 5/27 0.092 5/8 0.46 5/27 0.34 6/2 0.16 5/8 0.085 5/27 0.24 5/20 0.64 5/27 0.25 5/8 0.064 5/8 0.065 5/8 0.064 5/8 0.065 5/8 0.064 5/8 0.065 5/8 0.064 5/8 0.064 5/8 0.064 5/8 0.064 5/8 0.064 5/8 0.064 5/8 0.065 5/8 0.066 5/8 5/8 0.066 5/8 5/8 0.066 5/8 5/8 5/8 5/8 5/8 5/8 5/8 5/8	5/21 	5/24 	5/29 	5/31 	6/7 0.040 6/12 - 7/8 - 6/12 0.12 7/8 - 6/18 0.051 6/12 0.14 7/8 - 6/18 0.057 6/18 0.057	6/21 0.028 6/19 - 7/22 - 7/22 - 6/19 0.12 7/22 - 6/25 0.060 6/19 0.13 7/22 - 6/25 0.016 6/19 0.13	6/26 - 8/5 - 6/26 - 8/5 - 6/26 - 8/5 - 7/2 0.016 - 8/5 - 7/2 0.017 6/26 - 6/26 - 6/26 - 8/5	7/3 8/19 - 8/19 0.080 7/3 8/19 - 7/3 - 8/19 - 7/3 - 7/3 - 7/3 - 8/19	7/17 - 7/17 - 7/17 - 7/17 - 7/17 - 7/17	7/31 7/31 7/31 7/31 7/31 7/31	8/14 - 8/14 - 8/14 - 8/14 - 8/14	8/28 - 8/28 - 8/28 - 8/28 - 8/28	Ç.
St. a 草剤名 查地点 St. 1 St. 2 St. 3 St. 4 St. 5 St. 5 St. 6 St. 7 St. 8 St. 9 St. 10 St. a	2004 図: カラ 調査年 2001 2004 2001 2002 2002 2001 2002 2003 2004 2005 2001 2002 2003 2001 2002 2001 2002	0.026 4/26 3/20 4/26 0.064 3/20 4/22 4/22 4/28 4/28 4/28 4/28 3/20 3/20 3/20 5/22 0.22	5/3 - 4/10 - 5/3 0.074 4/10 - 5/2 0.044 5/2 0.037 4/10 - 5/2 0.11 5/2 0.11 5/2 0.10 5/3 0.071 5/1 0.013 4/10 - 5/2 0.21 5/2 - 4/10 - 4/10 - 4/10 -	5/7 0.010 4/17 - 5/10 0.86 4/17 - 5/8 1.2 5/8 1.0 4/17 - 5/7 0.51 5/7 0.43 4/17 - 5/8 1.0 4/17 - 5/7 0.71 5/7 0.43 4/17 - 4/17 - 4/17 - 4/17	### A #### A ### A #### A #### A #### A #### A #### A ### A ### A #### A ###	5/13 - 5/13 - 5/14 0.21 5/24 0.21 5/20 0.49 5/20 0.44 5/20 0.63 5/14 0.35 5/24 0.35 5/24 0.35 5/24 0.35 5/24 0.56 5/1 - 5/20 5/20 5/21 5/20 5/24 0.56 5/24 0.56 5/24 0.56 5/24 0.56 5/24 0.56 5/24 0.56 5/24 5/20	5/17 5/8 5/8 0.090 5/8 0.74 5/27 0.079 5/27 0.092 5/8 0.46 5/27 0.34 6/2 0.16 5/8 0.085 5/27 0.16 5/28 0.085 5/27 0.16 5/8 0.085 5/27 0.16 5/8 0.085 5/27 0.16 5/28 0.16 5/28 0.16 5/28 0.16 5/28 0.16 5/28 0.16 5/28 0.16 5/28 0.16 5/28 0.16 5/28 0.16 5/28 0.16 5/28 0.16 5/28 0.16 5/28 0.16 5/29 0.16 0	5/21 	5/24 	5/29 	5/31 	6/7 0.040 6/12 - 7/8 - 7/8 - 6/12 0.12 7/8 0.051 6/18 0.051 6/18 0.057 6/18 0.14 6/18 0.14 6/18 0.14	6/21 0.028 6/19 - 7/22 - 7/22 - 6/19 0.12 7/22 - 6/25 0.060 6/19 0.13 6/19 - 6/19 - 6/19	6/26 - 8/5 - 8/5 - 6/26 - 8/5 - 7/2 0.016 6/26 - 7/2 0.017 6/26 - 6/26 - 6/26	7/3 - 8/19 - 8/19 0.080 7/3 - 8/19 - 7/3 - 8/19 - 7/3 - 7/3 - 7/3 - 7/3 - 7/3	7/17 - 7/17 - 7/17 - 7/17 - 7/17 - 7/17	7/31 7/31 7/31 7/31 7/31 7/31	8/14 - 8/14 - 8/14 - 8/14 - 8/14	8/28 - 8/28 - 8/28 - 8/28 - 8/28	9 9 9 9 9 9 9 9 9 9

付表3:シマジン及びジメタメトリンの測定値

财早削 名	台 :シマ	ジン	定	量下限	: 0.02	μg l ⁻¹														
調査地点	調査年										採水日									
St. 1	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15	5/22	5/29	6/5 測定なし	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/19
St. 2	2004	4/26	5/3 0.010	5/10 0.014	5/17 0.016	5/24 -	5/31 -	6/7 0.020	6/21 0.039											
St. 3	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15	5/22	5/29	6/5 測定なし	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/19
	2002	4/22	5/2	5/8	5/14	5/20	5/27	6/3 測定	6/10 なし	6/17	6/24	7/8	7/22	8/5	8/19					
St. 4	2002	4/22	5/2	5/8	5/14	5/20	5/27	6/3 測定	6/10 なし	6/17	6/24	7/8	7/22	8/5	8/19					
	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15	5/22	5/29	6/5 測定なし	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/19
	2002	4/22	5/2	5/8	5/14	5/20	5/27	6/3 測定		6/17	6/24	7/8	7/22	8/5	8/19					
St. 5	2003	4/28 0.021	5/2 0.022	5/7 0.016	5/13 0.018	5/14 0.015	5/20 0.015	5/21 0.031	5/28 0.015	6/4 0.031	6/11 0.020	6/18 0.021	6/25 0.026	7/2 0.033						
	2004	4/26 0.085 4/18	5/3 0.031 5/1	5/10 0.099 5/9	5/17 0.047 5/17	5/24 0.028 5/24	5/31 0.038 6/2	6/7 0.052 6/15	6/21 0.057 6/27	7/18										
	2005	0.0042	0.025	0.016	0.016	0.010	0.024	0.014	0.015											
	2001	3/20	4/10 5/2	5/8	5/14	5/1	5/8	5/15 6/3	5/22	5/29 6/17	6/5 測定なし 6/24	6/12 7/8	6/19 7/22	6/26 8/5	7/3 8/19	7/17	7/31	8/14	8/28	9/19
St. 6	2002							測定	なし						0/19					
	2003	4/28 0.042	5/2 0.048	5/7 0.032	5/13 0.030	5/14 0.012	5/20 0.0090	5/21 0.11	5/28 0.030	6/4 0.10	6/11 0.023	6/18 0.019	6/25 0.014	7/2 0.11						
St. 7	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15	5/22	5/29	6/5 測定なし	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/19
St. 8	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15	5/22	5/29	6/5 測定なし	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/19
St. 9	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15	5/22	5/29	6/5 測定なし	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/19
St. 10	2002	5/22 測定なし									-									
	2002	4/22	5/2	5/8	5/14	5/20	5/27	6/3	6/10	6/17	6/24	7/8	7/22	8/5	8/19					
	2003	4/28	5/2	5/7	5/13	5/14	5/20	5/21	5/28	6/4	6/11	6/18	6/25	7/2						
St. a	2000							測定なし												
St. a	2004	4/26 0.011	5/3 0.010	5/7 0.015	5/10 0.037	5/13 0.012	5/17 0.019	測定なし 5/21 0.065	5/24 0.043	5/27 0.010	5/31 0.0054	6/7 0.018	6/21 0.0088							
St. a 除草剤名	2004	0.011	5/3 0.010	0.015		0.012	0.019	5/21												
	2004	0.011	5/3 0.010	0.015	0.037	0.012	0.019	5/21												
除草剤名	2004	0.011	5/3 0.010	0.015	0.037	0.012	0.019	5/21			0.0054			6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/19
除草剤名調査地点	2004 イ:ジメ 調査年	タメト	5/3 0.010	0.015	0.037 量下限 4/24	0.012 ! : 0.02	0.019 μg l ⁻¹	5/21 0.065	0.043	0.010	0.0054 採水日	0.018	0.0088			7/17			8/28	

調査地点	調査年										採水日									
St. 1	2001	3/20 -	4/10 -	4/17 -	4/24 -	5/1 -	5/8 -	5/15 -	5/22 -	5/29 -	6/5 -	6/12	6/19	6/26 -	7/3 -	7/17 -	7/31 -	8/14 -	8/28	9/19 -
St. 2	2004	4/26	5/3	5/10	5/17	5/24	5/31	6/7 -	6/21											
	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8 0.0072	5/15 0.17	5/22 0.090	5/29 0.075	6/5 0.027	6/12 0.010	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/19
St. 3	2002	4/22 0.0033	5/2 0.0056	5/8 0.19	5/14 0.15	5/20 0.15	5/27 0.049	6/3 0.039	6/10 0.027	6/17 0.035	6/24 0.015	7/8 -	7/22	8/5 -	8/19 0.017					
St. 4	2002	4/22 0.0035	5/2 0.0048	5/8 0.11	5/14 0.15	5/20 0.17	5/27 0.026	6/3 0.026	6/10 0.033	6/17 0.035	6/24 0.016	7/8 -	7/22 0.019	8/5 -	8/19 0.017					
-	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8 0.063	5/15 0.15	5/22 0.11	5/29 0.14	6/5 0.070	6/12 0.036	6/19 0.017	6/26 0.0090	7/3 0.0080	7/17	7/31 0.0031	8/14	8/28	9/19
	2002	4/22 0.0072	5/2 0.0089	5/8 0.063	5/14 0.16	5/20 0.17	5/27 0.16	6/3 0.082	6/10 0.032	6/17 0.049	6/24 0.035	7/8 0.028	7/22 0.028	8/5 0.024	8/19 0.021					
St. 5	2003	4/28	5/2	5/7 0.045	5/13 0.12	5/14 0.18	5/20 0.17	5/21 0.22	5/28 0.086	6/4 0.048	6/11 0.045	6/18 0.040	6/25 0.034	7/2 0.014						
	2004	4/26 0.0025 4/18	5/3 0.021 5/1	5/10 0.17 5/9	5/17 0.21 5/17	5/24 0.081 5/24	5/31 0.064 6/2	6/7 0.062 6/15	6/21 0.060 6/27	7/18 0.048										
	2005	0.0048	0.011	0.084	0.17	0.13	0.065	0.048	0.023											
	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8 0.0055	5/15 0.013	5/22 0.14	5/29 0.12	6/5 0.064	6/12 0.039	6/19 0.019	6/26 0.0066	7/3 0.0060	7/17 -	7/31 –	8/14	8/28	9/19
St. 6	2002	4/22 - 4/28	5/2 0.013 5/2	5/8 0.11 5/7	5/14 0.18 5/13	5/20 0.18 5/14	5/27 0.12 5/20	6/3 0.079 5/21	6/10 0.10 5/28	6/17 0.056 6/4	6/24 0.039 6/11	7/8 0.032 6/18	7/22 - 6/25	8/5 0.024 7/2	8/19 0.019					
	2003			0.012	0.096	0.089	0.18	0.21	0.087	0.048	0.045	0.043	0.032	0.015						
St. 7	2001	3/20	4/10	4/17 -	4/24	5/1 -	5/8 -	5/15 0.0087	5/22 0.074	5/29 0.067	6/5 0.045	6/12 0.039	6/19 0.015	6/26 0.0040	7/3 0.0065	7/17 -	7/31	8/14	8/28	9/19
St. 8	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1 -	5/8	5/15 -	5/22	5/29 0.046	6/5 0.012	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17 –	7/31 -	8/14	8/28	9/19
St. 9	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1 -	5/8 -	5/15 -	5/22	5/29 -	6/5 -	6/12	6/19	6/26	7/3 -	7/17 -	7/31 -	8/14	8/28	9/19
St. 10	2002	5/22																		
	2002	4/22 0.0031	5/2 0.0036	5/8 0.014	5/14 0.19	5/20 0.093	5/27 0.075	6/3 0.075	6/10 0.042	6/17 0.062	6/24 0.019	7/8 0.028	7/22 0.021	8/5 0.021	8/19 0.017					
St. a	2003	4/28 -	5/2 -	5/7 -	5/13 0.093	5/14 0.033	5/20 0.94	5/21 0.24	5/28 0.070	6/4 0.054	6/11 0.031	6/18 0.051	6/25 0.012	7/2 0.0049						
	2004	4/26 0.0041	5/3 0.0051	5/7 0.0095	5/10 0.39	5/13 0.37	5/17 0.52	5/21 0.12	5/24 0.072	5/27 0.091	5/31 0.11	6/7 0.13	6/21 0.037							

付表4:シメトリン及びジメピペレートの測定値

除草剤名:	シメトリン	定量下限:	$0.04 \mu g 1^{-1}$
-------	-------	-------	----------------------

	分:シメ	トリン		定量下	限 · 0	.04µg					165 L 17									
間査地点	調査年	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15	5/22	5/29	採水日 6/5	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/1
St. 1	2001	-	-	-		-		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	
St. 2	2004	4/26 -	5/3 -	5/10 -	5/17 -	5/24 -	5/31 -	6/7 -	6/21											
04.0	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15 0.010	5/22 0.025	5/29 0.0032	6/5 0.062	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17 –	7/31	8/14	8/28	9/1
St. 3	2002	4/22 0.015	5/2 0.018	5/8 0.25	5/14 0.062	5/20 0.31	5/27 0.10	6/3 0.070	6/10 0.054	6/17 0.17	6/24 0.041	7/8 0.043	7/22 0.096	8/5 0.051	8/19 0.022					
St. 4	2002	4/22 0.012	5/2 0.014	5/8 0.16	5/14 0.075	5/20 0.39	5/27 0.084	6/3 0.084	6/10 0.068	6/17 0.27	6/24 0.047	7/8 0.035	7/22 0.037	8/5 0.042	8/19 0.024					
	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15 0.091	5/22 0.26	5/29 0.83	6/5 0.47	6/12 0.30	6/19 0.10	6/26 0.029	7/3 0.030	7/17	7/31	8/14	8/28	9/1
	2002	4/22 0.012	5/2 0.026	5/8 0.047	5/14 0.36	5/20 0.54	5/27 1.2	6/3 1.2	6/10 0.17	6/17 0.79	6/24 0.41	7/8 0.18	7/22 0.10	8/5 0.16	8/19 0.12		-			
St. 5	2003	4/28 0.022	5/2 0.032	5/7 0.10	5/13 0.39	5/14 0.39	5/20 1.1	5/21 1.5	5/28 2.4	6/4 1.7	6/11 1.7	6/18 1.3	6/25 0.67	7/2 0.40	0.12					
	2004	4/26	5/3	5/10 0.24	5/17 1.1	5/24 1.0	5/31 2.4	6/7 2.1	6/21 1.3	7/18 0.094										
	2005	4/18 0.0086	5/1 0.019	5/9 0.030	5/17 0.47	5/24 1.1	6/2 2.3	6/15 1.2	6/27 0.48											
	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15	5/22 0.20	5/29 0.52	6/5 0.42	6/12 0.28	6/19 0.056	6/26 0.022	7/3 0.035	7/17	7/31	8/14	8/28	9/
St. 6	2002	4/22 0.015	5/2 0.036	5/8 0.11	5/14 0.22	5/20 0.98	5/27 1.6	6/3 1.4	6/10 0.92	6/17 0.78	6/24 0.40	7/8 0.20	7/22 0.036	8/5 0.1564	8/19 0.075					
	2003	4/28 0.019	5/2 0.030	5/7 0.093	5/13 0.14	5/14 0.12	5/20 0.62	5/21 0.72	5/28 0.99	6/4 1.6	6/11 1.4	6/18 1.2	6/25 0.76	7/2 0.28						
St. 7	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15	5/22 0.16	5/29 0.14	6/5 0.49	6/12 0.19	6/19 0.061	6/26 0.074	7/3 0.0067	7/17	7/31	8/14	8/28	9/
St. 8	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15	5/22	5/29 0.040	6/5 0.018	6/12	6/19	6/26 0.012	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/1
St. 9	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15	5/22	5/29	6/5	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/1
St. 10	2002	5/22																		
	2002	4/22	5/2	5/8	5/14	5/20	5/27	6/3	6/10	6/17	6/24	7/8	7/22	8/5	8/19					_
St. a	2003	0.0063 4/28 0.009	0.014 5/2 0.012	0.038 5/7 0.031	0.15 5/13 0.56	0.17 5/14 0.22	0.18 5/20 1.2	0.15 5/21 0.39	0.10 5/28 0.24	0.14 6/4 0.23	0.034 6/11 0.43	0.041 6/18 0.88	0.043 6/25 0.039	7/2 0.032	0.024					
	2004	4/26 0.011	5/3 0.012	5/7 0.033	5/10 0.071	5/13 5.3	5/17 0.94	5/21 0.049	5/24 0.15	5/27 0.31	5/31 0.48	6/7 0.13	6/21 0.11	0.052						-

除草剤名: ジメピペレート 定量下限: $0.02 \mu g \ l^{-1}$

調査地点	調査年										採水日									
St. 1	2001	3/20	4/10	4/17 -	4/24	5/1 -	5/8 -	5/15 -	5/22	5/29	6/5	6/12	6/19	6/26	7/3 -	7/17 –	7/31 -	8/14	8/28	9/19
St. 2	2004	4/26	5/3	5/10	5/17	5/24	5/31	6/7	6/21											
	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15 0.11	5/22 0.030	5/29	6/5	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/19
St. 3 -	2002	4/22	5/2 -	5/8 0.084	5/14 0.060	5/20 0.0069	5/27	6/3	6/10	6/17	6/24	7/8 -	7/22 -	8/5 -	8/19					
St. 4	2002	4/22	5/2	5/8 -	5/14 0.049	5/20 0.033	5/27 0.014	6/3 0.021	6/10	6/17	6/24	7/8 -	7/22	8/5 -	8/19	-				
	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1 0.022	5/8 0.36	5/15 0.42	5/22 0.11	5/29 0.11	6/5 0.077	6/12 0.073	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/19
	2002	4/22 -	5/2 -	5/8 0.054	5/14 0.15	5/20 0.063	5/27 0.082	6/3 0.034	6/10	6/17 0.020	6/24	7/8 -	7/22 -	8/5 -	8/19 -					
St. 5	2003	4/28	5/2	5/7 -	5/13 0.019	5/14 0.019	5/20	5/21	5/28	6/4	6/11	6/18	6/25	7/2						
-	2004	4/26	5/3	5/10	5/17	5/24	5/31	6/7	6/21	7/18										
	2005	4/18 -	5/1 -	5/9 -	5/17 -	5/24 -	6/2	6/15 -	6/27 -											
	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1 0.021	5/8 0.022	5/15	5/22 0.17	5/29 0.10	6/5 0.066	6/12 0.032	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/19
St. 6	2002	4/22	5/2 0.0051	5/8 0.060	5/14 0.15	5/20 0.14	5/27 0.092	6/3 0.040	6/10 0.018	6/17	6/24	7/8	7/22	8/5 -	8/19					
	2003	4/28 -	5/2	5/7	5/13	5/14	5/20	5/21	5/28	6/4	6/11 -	6/18 -	6/25 -	7/2 -						
St. 7	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15	5/22 0.091	5/29	6/5	6/12 0.029	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/19
St. 8	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15	5/22	5/29	6/5	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/19
St. 9	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15	5/22	5/29	6/5	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/19
St. 10	2002	5/22																		
	2002	4/22	5/2	5/8	5/14 0.21	5/20	5/27	6/3	6/10	6/17	6/24	7/8	7/22	8/5	8/19					
St. a	2003	4/28	5/2	5/7 -	5/13	5/14	5/20	5/21	5/28	6/4	6/11	6/18	6/25	7/2						
-	2004	4/26	5/3	5/7	5/10	5/13	5/17	5/21	5/24	5/27	5/31	6/7	6/21							

付表5:ダイムロン及びチオベンカルブの測定値

除草剤名	:ダイ	ムロン		定量下	限: 0	.08µg l	-1
調査地点	調査年						
		2 /20	4/10	4/17	4 /0.4	E /1	F /0

調査地点	調査年										採水日									
St. 1	2001	3/20 -	4/10 -	4/17 -	4/24 -	5/1 -	5/8 -	5/15 -	5/22 -	5/29 -	6/5 -	6/12 -	6/19 -	6/26 -	7/3 -	7/17 -	7/31 -	8/14 -	8/28 -	9/19
St. 2	2004	4/26	5/3 -	5/10 -	5/17 0.45	5/24 0.31	5/31 0.37	6/7 0.091	6/21 0.047											
Ct. 2	2001	3/20	4/10	4/17	4/24 0.024	5/1 0.018	5/8 2.6	5/15 7.5	5/22 1.8	5/29 0.81	6/5 0.23	6/12 0.18	6/19 0.052	6/26 0.032	7/3 0.083	7/17 0.090	7/31 0.088	8/14 0.083	8/28 0.022	9/19 0.018
St. 3	2002	4/22 0.023	5/2 0.53	5/8 9.1	5/14 3.0	5/20 4.9	5/27 1.1	6/3 0.95	6/10 0.45	6/17 0.42	6/24 0.15	7/8 0.16	7/22 0.12	8/5 0.11	8/19 0.056					
St. 4	2002	4/22 0.033	5/2 3.4	5/8 14	5/14 3.80	5/20 6.87	5/27 0.57	6/3 0.46	6/10 0.88	6/17 0.53	6/24 0.21	7/8 0.16	7/22 0.26	8/5 0.21	8/19 0.10					
	2001	3/20 0.022	4/10 0.018	4/17 0.046	4/24 1.8	5/1 2.7	5/8 4.3	5/15 7.9	5/22 3.3	5/29 1.5	6/5 0.63	6/12 0.41	6/19 0.14	6/26 0.19	7/3 0.16	7/17 0.16	7/31 0.24	8/14 0.098	8/28 0.048	9/19 0.034
	2002	4/22 2.0	5/2 2.7	5/8 7.4	5/14 8.8	5/20 6.6	5/27 2.5	6/3 1.1	6/10 0.71	6/17 0.56	6/24 0.37	7/8 0.17	7/22 0.15	8/5 0.16	8/19 0.13					
St. 5	2003	4/28 0.97	5/2 4.8	5/7 6.7	5/13 6.9	5/14 6.7	5/20 6.1	5/21 7.6	5/28 2.6	6/4 1.5	6/11 0.69	6/18 0.49	6/25 0.41	7/2 0.26						
-	2004	4/26 0.44 4/18	5/3 5.5 5/1	5/10 7.8 5/9	5/17 6.6 5/17	5/24 2.0 5/24	5/31 0.79 6/2	6/7 0.59 6/15	6/21 0.50 6/27	7/18 0.13										
	2005	0.022	3.6	5.5	6.5	2.4	1.0	0.52	0.31											
	2001	3/20 0.024 4/22	4/10 0.038 5/2	4/17 0.024 5/8	4/24 0.047 5/14	5/1 1.9 5/20	5/8 1.7 5/27	5/15 0.80 6/3	5/22 4.9 6/10	5/29 1.7 6/17	6/5 0.67 6/24	6/12 0.47 7/8	6/19 0.29 7/22	6/26 0.17 8/5	7/3 0.18 8/19	7/17 0.11	7/31 0.11	8/14 0.11	8/28 0.044	9/19 0.034
St. 6	2002	0.039 4/28	3.0	8.1 5/7	9.2	7.2 5/14	3.7	1.5 5/21	0.89	0.66	0.43	0.28 6/18	0.17 6/25	0.14 7/2	0.13					
	2003	0.30	2.4	2.5	8.1	7.4	7.2	8.6	2.9	1.1	0.85	0.58	0.46	0.26	7. (0	E /1E	7. (0.1	0/14	0 /00	0 /10
St. 7	2001	3/20 0.029	4/10 0.027	4/17 0.021	4/24 0.031	5/1 1.0	5/8 2.0	5/15 0.88	5/22 3.0	5/29 1.5	6/5 0.81	6/12 0.44	6/19 0.23	6/26 0.21	7/3 0.17	7/17 0.12	7/31 0.11	8/14 0.11	8/28 0.057	9/19 0.040
St. 8	2001	3/20	4/10 0.026	4/17 0.025	4/24 0.029	5/1 0.046	5/8 0.051	5/15 0.14	5/22 0.20	5/29 1.0	6/5 0.38	6/12 0.16	6/19 0.20	6/26 0.23	7/3 0.20	7/17 0.14	7/31 0.11	8/14 0.10	8/28 0.076	9/19 0.059
St. 9	2001	3/20 0.049	4/10 0.040	4/17 0.021	4/24 0.033	5/1 0.042	5/8 0.048	5/15 0.057	5/22 0.20	5/29 0.17	6/5 0.12	6/12 0.15	6/19 0.16	6/26 0.14	7/3 0.15	7/17 0.13	7/31 0.12	8/14 0.094	8/28 0.075	9/19 0.060
St. 10	2002	5/22 測定なし																		
	2002	4/22 0.034	5/2 14	5/8 26	5/14 28	5/20 10	5/27 2.8	6/3 1.8	6/10 1.7	6/17 1.2	6/24 0.28	7/8 0.27	7/22 0.25	8/5 0.39	8/19 0.15					
St. a	2003	4/28 0.021	5/2 8.9	5/7 32	5/13 28	5/14 27	5/20 50	5/21 16	5/28 3.9	6/4 2.0	6/11 1.7	6/18 1.1	6/25 0.33	7/2 0.36				-		
	2004	4/26 0.015	5/3 21	5/7 25	5/10 21	5/13 26	5/17 11	5/21 3.6	5/24 2.6	5/27 1.8	5/31 1.9	6/7 1.1	6/21 0.60							

除草剤名:チオベンカルブ 定量下限: $0.02 \mu g l^{-1}$

							10													
調査地点	調査年										採水日									
St. 1	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1 -	5/8 -	5/15 -	5/22	5/29	6/5	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17 –	7/31	8/14	8/28	9/19
St. 2	2004	4/26	5/3 -	5/10 -	5/17	5/24 -	5/31	6/7 -	6/21											
C+ 2	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15	5/22 0.039	5/29	6/5 0.069	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/19
St. 3	2002	4/22	5/2	5/8 -	5/14	5/20 -	5/27 -	6/3	6/10	6/17	6/24	7/8 -	7/22	8/5 -	8/19					
St. 4	2002	4/22	5/2	5/8	5/14	5/20	5/27	6/3	6/10	6/17	6/24	7/8	7/22	8/5	8/19					
	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8 0.035	5/15 0.16	5/22 0.30	5/29 0.50	6/5 0.35	6/12 0.28	6/19 0.12	6/26 0.11	7/3 0.061	7/17	7/31	8/14	8/28	9/19
	2002	4/22	5/2	5/8 0.018	5/14 0.18	5/20 0.22	5/27 0.23	6/3 0.089	6/10 -	6/17 0.067	6/24 0.038	7/8 -	7/22 -	8/5 -	8/19					
St. 5	2003	4/28	5/2 0.027	5/7 0.049	5/13 0.15	5/14 0.19	5/20 0.31	5/21 0.30	5/28 0.44	6/4 0.27	6/11 0.11	6/18 0.081	6/25 0.038	7/2 0.066						
	2004	4/26 - 4/18	5/3	5/10 0.29	5/17 0.41	5/24 0.27	5/31 0.23	6/7 0.065	6/21 0.042	7/18										
	2005	0.0086	5/1 0.033	5/9 0.57	5/17 0.58	5/24 0.28	6/2 0.17	6/15 0.056	6/27 0.030											
	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15	5/22 0.23	5/29 0.37	6/5 0.28	6/12 0.20	6/19 0.10	6/26 0.064	7/3 0.070	7/17 -	7/31	8/14	8/28 -	9/19
St. 6	2002	4/22 0.0073	5/2	5/8	5/14 0.13	5/20 0.53	5/27 0.21	6/3 0.17	6/10 0.057	6/17 0.055	6/24 0.034	7/8	7/22	8/5	8/19					
	2003	4/28	5/2 	5/7 -	5/13 0.46	5/14 0.38	5/20 0.49	5/21 0.55	5/28 0.33	6/4 0.21	6/11 0.14	6/18 0.083	6/25 0.030	7/2 0.011						
St. 7	2001	3/20	4/10	4/17 -	4/24	5/1 -	5/8 -	5/15 -	5/22 0.14	5/29 0.10	6/5 0.16	6/12 0.19	6/19 0.10	6/26 0.050	7/3 -	7/17 –	7/31	8/14	8/28	9/19
St. 8	2001	3/20	4/10	4/17 -	4/24	5/1 -	5/8 -	5/15 -	5/22	5/29 -	6/5 -	6/12	6/19	6/26	7/3 -	7/17 -	7/31	8/14 -	8/28	9/19 -
St. 9	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1 -	5/8	5/15 -	5/22	5/29	6/5 -	6/12	6/19	6/26	7/3 -	7/17	7/31	8/14	8/28	9/19
St. 10	2002	5/22																		
	2002	4/22	5/2	5/8	5/14	5/20	5/27	6/3	6/10	6/17	6/24	7/8	7/22	8/5	8/19				-	
St. a	2003	4/28	5/2	5/7 -	5/13 0.15	5/14 0.055	5/20 0.044	5/21 0.091	5/28	6/4	6/11	6/18	6/25	7/2						
	2004	4/26	5/3	5/7	5/10	5/13	5/17	5/21	5/24	5/27	5/31	6/7	6/21							

石原:河川生態系の一次生産性に及ぼす除草剤の影響評価手法開発

付表6:ピラゾスルフロンエチル及びピリブチカルブの測定値

凋査地点	調査年										採水日									
St. 1	2001	3/20	4/10 -	4/17 -	4/24	5/1 -	5/8 -	5/15 -	5/22 -	5/29 -	6/5 -	6/12 -	6/19	6/26 -	7/3 -	7/17 -	7/31 -	8/14	8/28	9/:
St. 2	2004	4/26	5/3	5/10	5/17 0.056	5/24	5/31	6/7	6/21											
	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15	5/22	5/29	6/5	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/
St. 3	2002	4/22	5/2	5/8	5/14	5/20	5/27	0.74 6/3	0.26 6/10	0.090 6/17	0.030 6/24	7/8	7/22	8/5	8/19					
		4/22	5/2	0.53 5/8	0.27 5/14	0.29 5/20	0.085 5/27	6/3	6/10	6/17	0.0085 6/24	7/8	7/22	8/5	8/19					
St. 4	2002		-	0.42	0.34	0.43	0.059	0.039	0.081	0.030		-			-	E /1E	7 /01	0/14	0./00	- 0
	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8 0.27	5/15 0.50	5/22 0.48	5/29 0.17	6/5 0.11	6/12 0.050	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/
	2002	4/22	5/2	5/8 0.20	5/14 0.39	5/20 0.31	5/27 0.18	6/3 0.10	6/10 0.060	6/17 0.034	6/24 0.014	7/8	7/22	8/5	8/19 -					
St. 5	2003	4/28 0.012	5/2 0.013	5/7 0.056	5/13 0.21	5/14 0.24	5/20 0.20	5/21 0.21	5/28 0.14	6/4 0.072	6/11 0.049	6/18 0.033	6/25 0.022	7/2 0.014						
	2004	4/26 0.012	5/3 0.042	5/10 0.18	5/17 0.23	5/24 0.076	5/31 0.081	6/7 0.055	6/21 0.034	7/18 0.014										
	2005	4/18 0.012	5/1 0.013	5/9 0.13	5/17 0.23	5/24 0.19	6/2 0.10	6/15 0.038	6/27 0.022											
	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15 0.040	5/22 0.49	5/29 0.21	6/5 0.15	6/12 0.070	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9,
St. 6	2002	4/22	5/2 0.033	5/8	5/14	5/20	5/27	6/3	6/10 0.028	6/17 0.041	6/24	7/8	7/22	8/5	8/19					
	2003	4/28	5/2	5/7	0.35 5/13	0.35 5/14	5/20	5/21	5/28	6/4	0.016 6/11	6/18	6/25	7/2						
0. 5		3/20	0.013 4/10	0.025	0.18	0.19 5/1	0.23 5/8	0.25 5/15	0.16 5/22	5/29	0.066 6/5	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9,
St. 7	2001		-	-		-		0.026	0.30	0.17	0.12	0.060	_		-	-		-	_	
St. 8	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1 -	5/8	5/15 -	5/22	5/29 0.087	6/5 0.071	6/12	6/19	6/26	7/3 -	7/17 -	7/31	8/14	8/28	9,
St. 9	2001	3/20	4/10	4/17 -	4/24	5/1 -	5/8	5/15 -	5/22 -	5/29 -	6/5 -	6/12	6/19	6/26 -	7/3 -	7/17 -	7/31	8/14	8/28	9
St. 10	2002	5/22 測定なし																		
	2002	4/22	5/2	5/8 0.41	5/14 1.1	5/20 0.70	5/27 0.42	6/3 0.22	6/10 0.15	6/17 0.091	6/24 0.0085	7/8 0.0070	7/22	8/5	8/19					
St. a	2003	4/28	5/2 0.012	5/7 0.015	5/13 0.27	5/14 0.34	5/20 0.59	5/21	5/28	6/4	6/11 0.064	6/18	6/25	7/2 0.013						
							0.59	0.23	0.37	0.13		0.039	0.016	0.013						
	2004	4/26 - ブチカ	5/3 0.013	5/7 0.014	5/10 0.19	5/13 0.27	5/17 0.52	5/21 0.11	5/24 0.088	5/27 0.13	5/31 0.12	6/7 0.046	6/21 0.019							
查地点	名: ピリ 調査年	_	5/3 0.013	5/7 0.014	5/10 0.19	5/13 0.27	5/17 0.52	0.11						6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9
<u> 查地点</u> St. 1	名:ピリ 調査年 2001	- ブチカ 3/20 -	5/3 0.013 ルブ 4/10	5/7 0.014 定 4/17	5/10 0.19 量下限 4/24	5/13 0.27 !: 0.00	5/17 0.52 09µg l	0.11 -1 5/15 -	5/22	0.13	0.12 採水日	0.046	0.019	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	
<u> 查地点</u> St. 1	名: ピリ 調査年	- ブチカ 3/20 - 4/26 -	5/3 0.013 ルブ 4/10 - 5/3 -	5/7 0.014 年 4/17 - 5/10	5/10 0.19 量下限 4/24 - 5/17	5/13 0.27 !: 0.00 5/1 - 5/24	5/17 0.52 09µg l 5/8 - 5/31	5/15 - 6/7	5/22 - 6/21	5/29	7.12 採水日 6/5 -	6/12	6/19	_	_			_	_	
查地点 St. 1 St. 2	名:ピリ 調査年 2001	- ブチカ 3/20 - 4/26 - 3/20	5/3 0.013 ルブ 4/10 - 5/3 - 4/10	5/7 0.014 4/17 - 5/10 - 4/17	5/10 0.19 4/24 - 5/17 - 4/24	5/13 0.27 !: 0.00 5/1 - 5/24 - 5/1 -	5/17 0.52 09µg 1 5/8 - 5/31 - 5/8 0.021	0.11 5/15 - 6/7 - 5/15 0.26	5/22 - 6/21 - 5/22 0.067	5/29 - 5/29 0.069	<u>採水日</u> 6/5 - 6/5	6/12 -	6/19	6/26	7/3	7/17 - 7/17 -		8/14	8/28 - 8/28	
查地点 St. 1 St. 2	名:ピリ 調査年 2001 2004	- ブチカ 3/20 - 4/26 -	5/3 0.013 ルブ 4/10 - 5/3 -	5/7 0.014 年 4/17 - 5/10	5/10 0.19 量下限 4/24 - 5/17	5/13 0.27 !: 0.00 5/1 - 5/24	5/17 0.52 09µg l ⁻ 5/8 - 5/31 - 5/8	0.11 5/15 - 6/7 - 5/15	5/22 - 6/21 - 5/22	5/29	7.12 採水日 6/5 -	6/12	6/19	_	_			_	_	
查地点 St. 1 St. 2	名:ピリ 調査年 2001 2004 2001	ブチカ 3/20 - 4/26 - 3/20 - 4/22	5/3 0.013 ルブ 4/10 - 5/3 - 4/10 - 5/2	5/7 0.014 4/17 - 5/10 - 4/17 - 5/8	5/10 0.19 4/24 - 5/17 - 4/24 - 5/14	5/13 0.27 4: 0.00 5/1 - 5/24 - 5/1 - 5/20	5/17 0.52 09µg l ⁻ 5/8 - 5/31 - 5/8 0.021 5/27	0.11 5/15 - 6/7 - 5/15 0.26 6/3	5/22 - 6/21 - 5/22 0.067 6/10	5/29 - 5/29 0.069 6/17	<u>採水日</u> 6/5 - 6/5	6/12 -	6/19	6/26 - 8/5	7/3 - 8/19			_	_	
查地点 St. 1 St. 2	名:ピリ 調査年 2001 2004 2001 2002	ブチカ 3/20 4/26 3/20 4/22 0.034 4/22 0.033 3/20	5/3 0.013 ルブ 4/10 - 5/3 - 4/10 - 5/2 0.069 5/2 0.078	5/7 0.014 4/17 - 5/10 - 4/17 - 5/8 1.4 4/17	5/10 0.19 4/24 - 5/17 - 4/24 - 5/14 0.28 5/14 0.31	5/13 0.27 1: 0.00 5/1 - 5/24 - 5/1 - 5/24 - 5/20 0.32 5/20 0.30	5/17 0.52 09µg l ⁻ 5/8 - 5/31 - 5/8 0.021 5/87 0.087 5/27 0.090 5/8	0.11 5/15 - 6/7 - 5/15 0.26 6/3 0.10 6/3 - 5/15	5/22 - 6/21 - 5/22 0.067 6/10 - 6/10 0.062	5/29 - 5/29 0.069 6/17 - 6/17 0.072	0.12 採水日 6/5 - 6/5 - 6/24 - 6/24 - 6/5	6/12 - 6/12 - 7/8 - 7/8 - 6/12	6/19 - 6/19 - 7/22 - 7/22 - 6/19	6/26 - 8/5 - 8/5 - 6/26	7/3 - 8/19 0.040			_	_	9
查地点 St. 1 St. 2	名: ピリ 調査年 2001 2004 2001 2002 2002 2001	ブチカ 3/20 - 4/26 - 3/20 - 4/26 - 4/22 0.034 4/22 0.033	5/3 0.013 ルブ 4/10 - 5/3 - 4/10 - 5/2 0.069 5/2 0.078 4/10 - 5/2	5/7 0.014 4/17 - 5/10 - 4/17 - 5/8 1.1 4/17 - 5/8 1.1	5/10 0.19 4/24 - 5/17 - 4/24 - 5/14 0.28 5/14 0.31 4/24 - 5/14	5/13 0.27 1: 0.00 5/1 - 5/24 - 5/20 0.32 5/20 0.30 5/1 0.040 5/20	5/17 0.52 09µg l ⁻ 5/8 - 5/31 - 5/8 0.021 5/27 0.087 5/27 0.090 5/27 0.23 5/27	0.11 5/15 - 6/7 - 5/15 0.26 6/3 0.10 6/3 - 5/15 0.26 6/3 0.10	5/22 	5/29 - 5/29 0.069 6/17 - 6/17 0.072 5/29 0.090 6/17	7.12 採水日 6/5 - 6/24 - 6/24	6/12 - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	6/19 - 6/19 - 7/22 - 7/22	6/26 - 8/5 - 8/5	7/3 - 8/19 0.040 8/19	7/17	7/31	8/14	8/28	9
查地点 St. 1 St. 2 St. 3	名: ピリ 調査年 2001 2004 2001 2002 2002 2001 2002	プチカ 3/20 - 4/26 - 3/20 3/20 4/22 0.034 4/22 0.033 3/20 - 4/22 - 4/28	5/3 0.013 2/10 4/10 - 5/3 - 4/10 - 5/2 0.069 5/2 0.078 4/10 - 5/2 0.078 4/10 - 5/2 0.069 5/2 0.078 0.078 5/2 0.078 5/2 0.078 5/2 0.078 5/2 0.078 5/2 0.078 5/2 0.078 5/2 0.078 5/2 0.078 5/2 0.078 5/2 0.078 5/2 0.078 5/2 0.078 5/2 0.078 5/2 0.078 5/2 0.078 5/2 0.078 5/2 0.078 0.078 0.078 0.078 0.078 0.078 0.078 0.07	5/7 0.014 2 4/17 - 5/10 - 4/17 - 5/8 1.4 4/17 - 5/8 0.68 5/7	5/10 0.19 4/24 - 5/17 - 4/24 - 5/14 0.28 5/14 0.31 4/24 - 5/14 0.31 5/14 0.31	5/13 0.27 1: 0.00 5/1 - 5/24 - 5/20 0.32 5/20 0.32 5/20 0.30 5/1 0.040 5/20 0.32 5/20	5/17 0.52 09µg I 5/8 - 5/31 - 5/8 0.021 5/27 0.087 5/27 0.99 5/28 0.23 5/27 0.20 5/20	0.11 5/15 - 6/7 - 5/15 0.26 6/3 0.10 6/3 - 5/15 0.23 6/3 0.094 5/21	5/22 	5/29 	パカロ (12) ・	6/12 - 7/8 - 6/12 - 7/8 - 6/12 - 7/8 - 6/18	6/19 - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	6/26 	7/3 - 8/19 0.040 8/19 - 7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9
查地点 St. 1 St. 2 St. 3	名: ピリ 調査年 2001 2004 2001 2002 2002 2001 2002 2003	プチカ 3/20 - 4/26 - 3/20 - 4/22 0.034 4/22 0.033 3/20 - 4/22 - 4/22	5/3 0.013 ルプ 4/10 - 5/3 - 4/10 - 5/2 0.069 5/2 0.078 4/10 - 5/2 0.078	5/7 0.014 4/17 - 5/10 - 4/17 - 5/8 1.1 4/17 - 5/8 0.68	5/10 0.19 4/24 - 5/17 - 4/24 - 5/14 0.31 4/24 - 5/14 0.31	5/13 0.27 1: 0.00 5/1 - 5/24 - 5/20 0.32 5/20 0.30 5/1 0.040 5/20 0.32	5/17 0.52 09µg l 5/8 - 5/31 - 5/8 0.021 5/27 0.087 5/27 0.090 5/8 0.23 5/27 0.20	5/15 - 6/7 - 5/15 0.26 6/3 0.10 6/3 - 5/15 0.23 6/3 0.994	5/22 - 6/21 - 5/22 0.067 6/10 - 6/10 0.062 5/22 0.081 6/10 0.065	5/29 0.069 6/17 - 6/17 0.072 5/29 0.090 6/17 0.068	6/5 - 6/5 - 6/24 - 6/24 - 6/24 - 6/24 - 6/24 -	6/12 - - 7/8 - - 6/12 - 7/8 - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	6/19 - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	6/26 - 8/5 - 8/5 - 6/26 - 8/5	7/3 - 8/19 0.040 8/19 - 7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9
查地点 St. 1 St. 2 St. 3	名: ピリ 調査年 2001 2004 2001 2002 2002 2001 2002 2003 2004	ブチカ 3/20 - 4/26 - 3/20 - 4/22 0.033 3/20 - 4/22 - 4/22 - 4/22 - 4/22 - 4/22 - 4/22 0.033	5/3 0.013 ルプ 4/10 - 5/3 - 5/2 0.069 5/2 0.078 4/10 - 5/2 0.13 5/2 0.030	5/7 0.014 4/17 - 5/10 - 4/17 - 5/8 1.1 4/17 - 5/8 0.68 5/7 0.14	5/10 0.19 4/24 - 5/17 - 5/14 0.28 5/14 0.31 4/24 - 5/14 0.38 5/13 0.12	5/13 0.27 5/1 5/1 5/24 5/20 0.30 5/20 0.30 5/20 0.32 5/1 0.040 5/20 0.32 5/1 0.32	5/17 0.52 09 µg 1 5/8 - 5/8 0.021 5/27 0.087 5/27 0.090 5/8 0.23 5/27 0.20 5/20 0.10	5/15 - 6/7 - 5/15 0.26 6/3 0.10 6/3 - 5/15 0.23 6/3 0.094 5/21 0.13	5/22 - 6/21 - 5/22 0.067 6/10 0.062 5/22 0.081 6/10 0.065 5/28 0.069	5/29 	パカロ (12) ・	6/12 - 7/8 - 6/12 - 7/8 - 6/12 - 7/8 - 6/18	6/19 - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	6/26 	7/3 - 8/19 0.040 8/19 - 7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9
查地点 St. 1 St. 2 St. 3	名: ピリ 調査年 2001 2004 2001 2002 2002 2001 2002 2003	プチカ 3/20 - 4/26 - 3/20 - 4/22 0.034 4/22 - 4/28 0.057 4/26 - 4/18	5/3 0.013 2/10 4/10 - 5/3 - 5/2 0.069 5/2 0.078 4/10 - 5/2 0.13 5/2 0.13 5/2 0.30 5/3 0.93 0.93 0.93 0.93	5/7 0.014 4/17 - 5/10 - 4/17 - 5/8 1.1 4/17 - 5/8 0.68 5/7 0.14 5/10 0.20 5/9 0.14	5/10 0.19 4/24 - 5/17 - 4/24 - 5/14 0.28 5/14 0.31 4/24 - 5/14 0.38 5/13 0.12 5/17 0.11 5/17	5/13 0.27 5/1 - 5/24 - 5/20 0.30 5/20 0.32 5/1 0.040 5/20 0.32 5/14 0.20 5/24 0.063	5/17 0.52 09 µg 1 5/8 - 5/8 0.021 5/27 0.087 5/27 0.090 5/8 0.23 5/27 0.20 5/27 0.20 5/31 0.36 6/2 0.032	0.11 5/15 - 6/7 - 5/15 0.26 6/3 0.10 6/3 - 5/15 0.23 6/3 0.094 5/21 0.13 6/7 0.06 6/15 0.016	5/22 	5/29 	6/5 - 6/5 - 6/24 - 6/24 - 6/5 0.035 6/24 - 6/5 0.035 6/21 0.012	0.046 6/12 	6/19 	6/26 - 8/5 - 8/5 - 6/26 - 8/5 - 7/2 0.0072	7/3 8/19 0.040 8/19 - 7/3 - 8/19	7/17 - 7/17	7/31	8/14	8/28	9
查地点 St. 1 St. 2 St. 3	名: ピリ 調査年 2001 2004 2001 2002 2002 2001 2002 2003 2004	プチカ 3/20 - 4/26 - 3/20 - 4/22 0.034 4/22 0.033 3/20 - 4/28 0.057 4/26 - 4/18 - 3/20	5/3 0.013 4/10 	5/7 0.014 4/17 - 5/10 - 5/8 1.1 4/17 - 5/8 1.1 4/17 - 5/8 0.68 5/7 0.14 5/10 0.20 5/9 0.14	5/10 0.19 4/24 - 5/17 - 4/24 - 5/14 0.28 5/14 0.31 4/24 - 5/14 0.31 5/14 0.12 5/17 0.11 5/17 0.11	5/13 0.27 5/1 	5/17 0.52 09µg l 5/8 - 5/8 0.021 5/27 0.087 5/27 0.090 5/27 0.23 5/27 0.20 6/2 0.032 5/31 0.035	0.11 5/15 - 6/7 - 5/15 0.26 6/3 0.10 6/3 - 5/15 0.23 6/3 0.094 5/21 0.13 6/7 0.016 6/15 0.016 5/15 0.016	0.088 5/22 - 6/21 - 5/22 0.067 6/10 0.065 5/22 0.081 6/10 0.065 5/28 0.069 6/27 0.011 6/27 0.013	5/29 	例 12	6/12 	6/19 	6/26 	7/3 8/19 0.040 8/19 - 7/3 - 8/19	7/17	7/31	8/14	8/28	9
查地点 St. 1 St. 2 St. 3 St. 4	名: ピリ 調査年 2001 2004 2001 2002 2002 2001 2002 2003 2004 2005	3/20 3/20 4/22 0.034 4/22 0.033 3/20 4/22 4/28 0.057 4/26 4/18 3/20 4/28 0.057 4/26 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	5/3 0.013 ### 4/10 	5/7 0.014 4/17 - 5/10 - 5/8 1.1 4/17 - 5/8 1.1 4/17 - 5/8 0.68 5/7 0.14 5/10 0.20 5/9 0.14 4/17 - 5/8 0.54	5/10 0.19 4/24 - 5/17 - 5/14 0.28 5/14 0.31 4/24 - 5/14 0.38 5/13 0.12 5/17 0.11 5/17 0.11 5/17 0.11 5/17 0.12	5/13 0.27 5/1 - 5/24 - 5/20 0.30 5/20 0.30 5/1 0.040 5/20 0.32 5/14 0.091 5/24 0.063 5/1 0.033 5/1 0.033 5/1 0.033 5/1 0.033	5/17 0.52 5/8 - 5/8 0.021 5/27 0.087 5/27 0.090 5/8 0.23 5/27 0.20 5/20 0.10 5/31 0.036 6/2 0.032 5/8 0.035 5/8	0.11 5/15 6/7 - 5/15 0.26 6/3 0.10 6/3 - 5/15 0.23 6/3 0.094 5/21 0.13 6/7 0.016 6/15 0.019 5/15 0.019 0.11	5/22 	5/29 	6/5 - 6/5 - 6/24 - 6/24 - 6/24 - 6/11 0.012	6/12 - 7/8 - 6/12 - 7/8 - 6/12 - 6/18 0.012	6/19 	6/26 	7/3 8/19 0.040 8/19 - 7/3 - 8/19	7/17 - 7/17	7/31 - 7/31 - 7/31	8/14	8/28	9
查地点 St. 1 St. 2 St. 3 St. 4	名: ピリ 調査年 2001 2004 2001 2002 2002 2001 2002 2003 2004 2005	プチカ 3/20 - 4/26 - 4/22 0.034 4/22 0.033 3/20 - 4/22 4/28 0.057 4/26 - 4/18 - 4/22 - 4/2 - 4/ - 4/	5/3 0.013 2/V 7' 4/10 - 5/3 - 5/2 0.069 5/2 0.078 4/10 - 5/2 0.13 5/2 0.030 5/3 0.090 5/1 0.019 4/10 - 5/3	5/7 0.014 4/17 - 5/10 - 4/17 - 5/8 1.1 4/17 - 5/8 0.68 5/7 0.14 5/10 0.20 5/9 0.14 4/17 - 5/8	5/10 0.19 4/24 - 5/17 - 4/24 - 5/14 0.28 5/14 0.31 4/24 - 5/14 0.38 5/13 0.12 5/17 0.11 5/17 0.18 4/24 - 5/14	5/13 0.27 5/1 - 5/24 - 5/20 0.30 5/20 0.32 5/1 0.40 5/20 0.32 5/1 0.20 5/24 0.90 5/24 0.90 5/24 0.90 5/24 0.90 5/24 0.90 5/24 0.90 5/24 0.90 5/20 5/20 5/20 5/20 5/20 5/20 5/20 5/2	5/17 0.52 09 µg 1 5/8 - 5/8 0.021 5/27 0.087 5/27 0.090 5/8 0.23 5/27 0.20 5/27 0.10 5/31 0.032 5/8 0.032 5/8	0.11 5/15 - 6/7 - 5/15 0.26 6/3 0.10 6/3 - 5/15 0.23 6/3 0.994 5/21 0.13 6/7 0.016 6/15 0.016 5/15 0.016	0.088 5/22 - 6/21 - 5/22 0.067 6/10 0.065 5/22 0.081 6/10 0.065 5/28 0.069 6/27 0.011 6/27 0.013	5/29 5/29 0.069 6/17 0.072 5/29 0.090 6/17 0.068 6/4 0.028 7/18 - 5/29 0.10 6/17	6/5 -6/5 -6/24 -6/24 -6/24 -6/5 0.035 6/24 -6/11 0.012	6/12 	6/19	6/26 	7/3 8/19 0.040 8/19 - 7/3 - 8/19	7/17 - 7/17	7/31 - 7/31 - 7/31	8/14	8/28	9
<u>香地点</u> St. 1 St. 2 St. 3 St. 4 St. 4	名: ピリ 調査年 2001 2004 2001 2002 2002 2001 2002 2003 2004 2005 2001	3/20 3/20 4/22 0.034 4/22 0.033 3/20 4/22 4/28 0.057 4/26 4/18 3/20 4/28 0.057 4/26 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	5/3 0.013 4/10 - 5/3 - 5/2 0.069 5/2 0.078 4/10 - 5/2 0.030 5/3 - 5/2 0.030 5/3 0.090 5/1 0.090 5/1 0.019	5/7 0.014 4/17 - 5/10 - 5/8 1.1 4/17 - 5/8 0.68 5/7 0.14 5/10 0.20 5/9 0.14 4/17 - 5/8 0.5/9	5/10 0.19 4/24 - 5/17 - 4/24 - 5/14 0.28 5/14 0.31 4/24 - 5/14 0.31 5/17 0.11 5/17 0.11 5/17 0.11 5/17 0.12	5/13 0.27 5/1 	5/17 0.52 09 µg 1 5/8 - 5/8 0.021 5/27 0.087 5/27 0.090 5/27 0.23 5/27 0.24 0.35 5/27 0.35 5/27 0.35 5/27 0.35 5/27 0.35 5/27 0.35 5/27 0.35 5/27 0.35 5/27 0.35 5/27 0.35 5/27 0.35 5/27 0.35 5/27 0.35 5/27 0.35 5/27 0.36 5/27 0.37 5/27 0.38 5/27 0.38 5/27 0.39 5/27 0.39 5/27 0.39 5/27 0.39 5/27 0.39 5/27 0.39 5/27 0.39 5/27 5/27 0.39 5/27 0.39 5/27 5/27 0.39 5/27	0.11 5/15 - 6/7 - 5/15 0.26 6/3 0.10 6/3 - 5/15 0.23 6/7 0.016 6/15 0.016 6/15 0.019 6/3 0.019 6/3 0.11 5/21	5/22 	5/29 	6/5 -6/24 -6/24 -6/11 -6/11	6/12 - 7/8 - 7/8 - 6/12 - 6/12 - 6/18 0.012	6/19 	6/26 	7/3 8/19 0.040 8/19 - 7/3 - 8/19	7/17 - 7/17	7/31 - 7/31 - 7/31	8/14	8/28	9
香地点 St. 1 St. 2 St. 3 St. 4 St. 5 St. 6 St. 7	名: ピリ 調査年 2001 2004 2001 2002 2002 2001 2002 2003 2004 2005 2001 2002 2003	プチカ 3/20 - 4/26 - 3/20 - 4/22 0.033 3/20 - 4/28 0.057 4/26 - 4/18 - 3/20 - 4/28 0.057 4/26 - 4/28 0.057 4/26 - 4/28 0.057 4/26 - 4/28 0.057 4/26 - 4/28 0.057 4/26 - 4/26 - 4/26 - 4/27 4/28 0.057 4/28 0.057 4/28 0.057 4/28 - 4/28 0.057 4/28 - 4/28 0.057 4/28 - 4/28	5/3 0.013 4/10 	5/7 0.014 4/17 - 5/10 - 4/17 - 5/8 1.1 4/17 - 5/8 0.68 5/7 0.14 5/10 0.20 5/9 0.14 4/17 - 5/8 0.54 5/7 0.014	5/10 0.19 4/24 - 5/17 - 4/24 - 5/14 0.28 5/14 0.31 4/24 - 5/14 0.12 5/17 0.11 5/17 0.18 4/24 - 5/14 0.31 5/17 0.10 18	5/13 0.27 5/1 - 5/24 - 5/20 0.30 5/1 0.40 5/20 0.32 5/14 0.20 5/24 0.063 5/24 0.063 5/1 0.032 5/14 0.20 5/24 0.20 5/24 0.31 5/24 0.32 5/24 0.32 5/24 0.32 5/20 5/20 5/20 5/20 5/20 5/20 5/20 5/2	5/17 0.52 5/8 - 5/8 0.021 5/27 0.087 5/27 0.090 5/8 0.23 5/27 0.20 5/27 0.20 5/27 0.20 5/27 0.20 5/27 0.10 5/31 6/2 0.032 5/8 0.033 5/8 0.032 5/8 0.032 5/8 0.032 5/8 0.032 5/8 0.032 5/8 0.032 5/8 0.032 5/8 0.032 5/8 0.032 5/8 0.032 5/8 5/8 0.032 5/8 0.032 5/8 0.032 5/8 0.032 5/8 0.032 5/8 0.032 5/8 0.032 5/8 0.032 5/8 0.032 5/8 0.032 5/8 0.033 5/8 5/8 0.033 5/8 5/8 5/8 5/8 5/8 6/8 6/8 6/8 6/8 6/8 6/8 6/8 6	0.11 5/15 6/7 - 5/15 0.26 6/3 0.10 6/3 - 5/15 0.23 6/7 0.016 6/15 0.016 6/15 0.019 6/3 0.11 5/21 0.31	5/22 	5/29 0.069 6/17 	6/5 -6/24 -6/24 -6/11 0.012	6/12 	6/19 	6/26 -8/5 -8/5 -6/26 -8/5 -7/2 0.0072 -8/5 -7/2 0.0066 -6/26	7/3 8/19 0.040 8/19 - 7/3 8/19 - 7/3 - 8/19	7/17 - 7/17 - 7/17	7/31 - 7/31 - 7/31 - 7/31	8/14	8/28	9 9 9
香地点 St. 1 St. 2 St. 3 St. 4 St. 4	名: ピリ 調査年 2001 2004 2001 2002 2002 2001 2002 2003 2004 2005 2001 2002 2003 2001	3/20 - 4/26 - 3/20 - 4/22 0.033 3/20 - 4/22 4/22 4/22 4/26 - 4/26 4/18 - 3/20 - 4/22 0.10 4/28 - 3/20 - 3/20 - 3/20	5/3 0.013 4/10 - 5/3 - 5/2 0.069 5/2 0.078 4/10 - 5/2 0.13 5/2 0.030 5/3 0.090 5/1 0.019 4/10 -	5/7 0.014 4/17 - 5/10 - 5/8 1.1 4/17 - 5/8 0.68 5/7 0.14 5/10 0.20 5/9 0.14 4/17 - 5/8 0.68 5/7 0.14 4/17 - 4/17 - 4/17 - 4/17	5/10 0.19 4/24 - 5/17 - 4/24 - 5/14 0.28 5/14 0.31 4/24 - 5/17 0.11 5/17 0.18 4/24 - 5/14 0.38 5/13 0.12 5/17 0.11 5/17 0.18 4/24 - 5/13 - 5/14 0.18 - 5/15 - 5/14 0.18 - 5/16 -	5/13 0.27 5/1 5/1 5/24 5/20 0.32 5/20 0.30 5/20 0.32 5/14 0.20 5/24 0.063 5/24 0.063 5/24 0.01 5/20 0.31 5/24 0.03 5/24 0.03 5/24 0.03 5/24 0.03 5/24 0.04 5/24 0.05 5/24 0.063 5/24 0.03 5/24 0.03 5/24 0.03 5/24 0.04 0.05 5/25 5/25 6/25 6/25 6/25 6/25 6/25 6/2	5/17 0.52 5/8 5/8 	0.11 5/15 - 6/7 - 5/15 0.26 6/3 0.10 6/3 - 5/15 0.23 6/7 0.016 6/15 0.016 5/15 0.013 5/15 - 5/15 5/15 5/15 5/15 5/15 5/15	5/22 	5/29 	6/5 -6/24 -6/24 -6/24 -6/24 -6/24 -6/11 0.012 6/5 -6/24 -6/11 0.021 6/5 -6/5 -6/5	6/12 	6/19 	6/26 	7/3 - 8/19 0.040 8/19 - 7/3 - 8/19 - 7/3 - 8/19 - 7/3 - 8/19 - 7/3 - 7/3 - 8/19	7/17 - 7/17 - 7/17 - 7/17 - 7/17	7/31 - 7/31 - 7/31 - 7/31 - 7/31	8/14 - 8/14 - 8/14 - 8/14 - 8/14	8/28 - 8/28 - 8/28 - 8/28	9
奮地点 St. 1 St. 2 St. 3 St. 3 St. 4 St. 5 St. 6 St. 7 St. 8 St. 9	名: ピリ 調査年 2001 2004 2001 2002 2002 2001 2002 2003 2004 2005 2001 2002 2003 2001 2001	プチカ 3/20 3/20 4/22 0.033 3/20 4/22 0.057 4/26 4/18 3/20 4/28 3/20 3/2	5/3 0.013 4/10 - 5/3 - 4/10 - 5/2 0.069 5/2 0.078 4/10 - 5/2 0.330 5/3 - 5/2 0.030 5/3 - 5/2 0.030 5/1 0.099 5/1 0.099 4/10 - 5/2 0.030 5/2 0.030 5/3 - 5/2 0.030 5/2 0.099 5/2 0.099 5/1 0.099 4/10 - 5/2 0.030 5/2 0.099 5/2 0.099 5/2 0.099 5/2 0.099 5/2 0.099 5/2 0.099 5/1 0.099 4/10 - 5/2 0.099 5/1 0.099 5/2 0.099 4/10 - 5/2 0.099 5/1 0.099 5/2 0.099 5/2 0.099 6/2 0.099 6/2 0.099 6/2 0.099 6/2 0.099 6/2 0.099 6/2 0.099 6/2 0.099 6/2 0.099 6/2 0.099 6/2 0.099 6/2 0.099 6/2 0.099 6/2 0.099 6/2 0.099 6/2 0.099 6/2 0.099 6/2 0.099 6/2 0.099 6/2 6/2 0.099 6/2 6/2 6/2 6/2 6/2 6/2 6/2 6/2	5/7 0.014 4/17 - 5/10 - 5/8 1.1 4/17 - 5/8 0.68 5/7 0.14 5/9 0.14 5/9 0.14 4/17 - 5/8 0.64 5/7 0.014 4/17 -	5/10 0.19 4/24 - 5/17 - 4/24 - 5/14 0.28 5/14 0.31 4/24 - 5/14 0.38 5/13 0.12 5/17 0.11 5/17 0.11 5/17 0.11 5/17 0.11 5/13 0.12 5/13 0.16 4/24 - 4/24 - 4/24 - 4/24 - 4/24 - 5/14 0.12 5/14 0.12 5/15 0.11 5/17 0.11 0.11 0.11 0.11 0.11 0.11 0.11 0.	5/13 0.27 5/13 0.27 5/1 	5/17 0.52 5/8 	0.11 5/15 6/7 - 5/15 0.26 6/3 0.10 6/3 - 5/15 0.23 6/7 0.016 6/15 0.016 5/15 0.019 6/3 0.11 5/21 0.31 5/15 - 5/15 -	5/22 	5/29 	6/5 - 6/5 - 6/24 - 6/24 - 6/11 0.012 6/5 - 6/11 0.021 6/5 - 6/5 - 6/65 - 6/7 -	6/12 	6/19 	6/26 	7/3 - 8/19 0.040 8/19 - 7/3 - 8/19 - 7/3 - 8/19 - 7/3 - 8/19 - 7/3 - 7/3 - 7/3 - 7/3	7/17 - 7/17 - 7/17 - 7/17 - 7/17	7/31 - 7/31 - 7/31 - 7/31 - 7/31	8/14 - 8/14 - 8/14 - 8/14 - 8/14	8/28 - 8/28 - 8/28 - 8/28	9
查地点 St. 1 St. 2 St. 3 St. 4 St. 5 St. 6 St. 7 St. 8 St. 9	名: ピリ 調査年 2001 2004 2001 2002 2002 2001 2002 2003 2004 2005 2001 2002 2003 2001 2001 2001 2001	3/20 3/20 4/22 0.034 4/22 0.033 3/20 4/22 4/28 0.057 4/26 4/18 3/20 4/28 3/20 3/20 3/20 4/22 4/22 4/28 4/28 5/22 5/22 	5/3 0.013 4/10 - 5/3 - 4/10 - 5/2 0.069 5/2 0.078 4/10 - 5/2 0.030 5/3 0.090 5/3 0.019 4/10 - 4/10	5/7 0.014 4/17 - 5/10 4/17 - 5/8 1.4 4/17 - 5/8 0.68 5/7 0.14 5/10 0.20 5/9 0.14 4/17 - 5/8 0.54 5/7 0.014 4/17 - 4/17 - 4/17	5/10 0.19 4/24 - 5/17 - 4/24 - 5/14 0.28 5/14 0.31 4/24 - 5/18 0.12 5/17 0.11 5/17 0.11 5/17 0.11 5/17 0.16 4/24 - 4/24 - 4/24 - 4/24 - 5/13 0.16 0.32 0.16 0.16 0.16 0.16 0.16 0.16 0.16 0.16	5/13 0.27 5/1 5/1 5/24 5/20 0.32 5/10 0.040 5/20 0.32 5/14 0.091 5/24 0.063 5/24 0.033 5/1 0.033 5/1 0.033 5/1 0.033 5/1 0.033 5/1 0.033 5/1 0.033 5/1 0.033	5/17 0.52 5/8 5/8 5/8 0.021 5/27 0.087 5/27 0.090 5/27 0.090 5/20 0.10 5/31 0.036 6/2 0.035 5/27 0.035 5/27 0.036 6/2 0.035 5/27 0.036 6/2 0.035 5/27 0.036 6/2 0.035 5/27 0.036 6/2 0.035 5/27 0.036 6/2 0.035 5/27 0.036 6/2 0.035 5/27 0.036 6/2 0.035 5/27 0.036 6/2 0.035 5/27 0.036 6/2 0.035 5/27 0.036 6/2 0.035 5/27 0.035 5/27 0.035 5/27 0.036 6/2 0.035 5/27 0.035 5/27 0.035 5/27 0.035 5/27 0.036 6/2 0.035 5/27 0.035 0.0	0.11 5/15 6/7 5/15 0.26 6/3 0.10 6/3 - 5/15 0.23 6/3 0.094 5/21 0.13 6/7 0.016 5/15 0.016 5/15 0.016 5/15 5/15 - 5/15 - 5/15 -	5/22 	5/29 0.069 6/17 	6/5 - 6/5 - 6/24 - 6/24 - 6/24 - 6/11 0.012 6/5 - 6/5 - 6/5 - 6/65 - 6/7 6/11 0.012	6/12 - 7/8 - 6/12 - 7/8 - 6/12 - 6/18 0.012 6/12 - 6/18 - 6/18 - 6/12 - 6/18 - 6/18 - 6/12 - 6/12 - 6/12 - 6/12 - 6/12 - 6/12 - 6/13 - 6/14 - 6/15 - 6/15 - 6/16 - 6	6/19 - 7/22 - 7/22 - 6/19 - 6/25 0.0074 6/19 - 6/25 0.11 6/19 - 6/19 - 6/19 - 6/19	6/26 	7/3 - 8/19 0.040 8/19 - 7/3 - 8/19 - 7/3 - 8/19 - 7/3 - 7/3 - 7/3 - 7/3 - 7/3 - 7/3	7/17 - 7/17 - 7/17 - 7/17 - 7/17	7/31 - 7/31 - 7/31 - 7/31 - 7/31	8/14 - 8/14 - 8/14 - 8/14 - 8/14	8/28 - 8/28 - 8/28 - 8/28	9
套地点 St. 1 St. 2 St. 3 St. 3 St. 4 St. 5 St. 6 St. 7 St. 8 St. 9 St. 10	名: ピリ 調査年 2001 2004 2001 2002 2002 2001 2002 2003 2004 2005 2001 2002 2001 2001 2001 2001 2002	プチカ 3/20 4/26 4/22 0.034 4/22 0.033 3/20 4/28 4/28 3/20 3/20 3/20 3/20 4/28 3/20 4/28 3/20 4/28 5/22 4/22 3/20 4/22 4/28 5/29 - 5/29 - 5/29 - 5/29 - 5/29 - 5/29 - 5/29 - 5/29 - 5/29 - 5/29 - 5/2 - 5/2 - 5/2 - 5/2 - 5/2 - 5/2 - 5/2 - 5/	5/3 0.013 4/10 - 5/3 - 4/10 - 5/2 0.069 5/2 0.078 4/10 - 5/2 0.030 5/3 0.090 5/1 0.019 4/10 - 5/2 0.21 5/2 0.21 5/2 0.21 5/2	5/7 0.014 4/17 - 5/10 - 4/17 - 5/8 1.1 4/17 - 5/8 0.68 5/7 0.14 5/10 0.20 5/9 0.14 4/17 - 5/8 0.54 5/7 0.014 4/17 - 4/17 - 4/17 - 4/17 - 5/8 0.68 5/7 0.014 5/8 0.014 5/8 0.014 5/8 0.014 5/8 0.014 5/9 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	5/10 0.19 4/24 - 5/17 - 4/24 - 5/14 0.38 5/14 0.31 4/24 - 5/17 0.11 5/17 0.18 4/24 - 5/14 0.32 5/13 0.12 5/17 0.18 4/24 - 4/24 - 4/24 - 4/24 - 5/14 0.32 0.32 0.32 0.32 0.32 0.32 0.32 0.32	5/13 0.27 5/13 0.27 5/1 	5/17 0.52 5/8 - 5/8 0.021 5/27 0.087 5/27 0.090 5/8 0.23 5/27 0.20 5/20 0.10 5/31 0.036 6/2 0.032 5/8 0.032 5/8 - 5/8 0.032 5/8 0.032 5/8 0.032 5/8 0.036 6/2 0.032 5/8 0.036 6/2 0.036 5/8 0.036 0.	0.11 5/15 6/7 5/15 0.26 6/3 0.10 6/3 5/15 0.23 6/7 0.016 5/15 0.016 5/15 0.016 5/15 5/15 5/15 5/15 5/15 5/15 5/15 6/3 0.11	5/22 	5/29 0.069 6/17 	6/5 -6/5 -6/24 -6/24 -6/24 -6/11 0.012 6/5 -6/5 -6/5 -6/5 -6/5 -6/5 -6/5 -6/5	6/12 	6/19 - 7/22 - 7/22 - 6/19 - 7/22 - 6/19 - 6/25 0.0074 6/19 - 6/19 - 6/19 - 6/19 - 7/22 - 7/22 - 6/19 - 7/22 - 7/22 - 7/22 - 7/22 - 7/22 - 7/22 - 7/22 - 7/22 - 7/22 - 7/22 - 7/22 - 7/22 - 7/22 - 7/22 - 7/22 - 7/22 - 7/22	6/26 -8/5 -8/5 -6/26 -8/5 -7/2 0.0072 -8/5 -7/2 0.0066 -6/26 -6/26 -6/26 -6/26	7/3 - 8/19 0.040 8/19 - 7/3 - 8/19 - 7/3 - 8/19 - 7/3 - 8/19 - 7/3 - 7/3 - 7/3 - 7/3	7/17 - 7/17 - 7/17 - 7/17 - 7/17	7/31 - 7/31 - 7/31 - 7/31 - 7/31	8/14 - 8/14 - 8/14 - 8/14 - 8/14	8/28 - 8/28 - 8/28 - 8/28	9,
查地点 St. 1 St. 2 St. 3 St. 3 St. 4 St. 5 St. 6 St. 7 St. 8 St. 9	名: ピリ 調査年 2001 2004 2001 2002 2002 2001 2002 2003 2004 2005 2001 2002 2003 2001 2001 2001 2001	3/20 3/20 4/22 0.034 4/22 0.033 3/20 4/22 4/28 0.057 4/26 4/18 3/20 4/28 3/20 3/20 3/20 4/22 4/22 4/28 4/28 5/22 5/22 	5/3 0.013 4/10 - 5/3 - 4/10 - 5/2 0.069 5/2 0.078 4/10 - 5/2 0.030 5/3 0.090 5/3 0.019 4/10 - 4/10	5/7 0.014 4/17 - 5/10 - 4/17 - 5/8 1.1 4/17 - 5/8 0.68 5/7 0.14 5/10 0.20 5/9 0.14 4/17 - 5/8 0.54 0.64 1.7 1.7 1.7 1.7 1.7 1.7 1.7 1.7 1.7 1.7	5/10 0.19 4/24 - 5/17 - 4/24 - 5/14 0.31 4/24 - 5/14 0.38 5/13 0.12 5/17 0.11 5/17 0.18 4/24 - 5/14 0.32 5/13 0.16 4/24 - 5/14 0.32 5/14 0.31	5/13 0.27 5/13 0.27 5/1 	5/17 0.52 5/8 - 5/8 - 5/8 0.021 5/27 0.087 5/27 0.090 5/20 5/20 0.10 5/21 0.032 5/20 0.10 5/21 0.035 5/27 0.035 5/27 0.035 5/27 0.035 5/27	0.11 5/15 6/7 5/15 0.26 6/3 0.10 6/3 5/15 0.23 6/7 0.016 6/15 0.016 5/15 0.019 6/3 0.11 5/21 0.31 5/15 5/15 - 5/15 - 5/15 - 5/15 - 5/15	5/22 	5/29 	6/5 - 6/5 - 6/24 - 6/24 - 6/24 - 6/11 0.012 6/5 - 6/5 - 6/5 - 6/65 - 6/7 6/11 0.012	6/12 - 7/8 - 6/12 - 7/8 - 6/12 - 6/18 0.012 6/12 - 6/18 - 6/18 - 6/12 - 6/18 - 6/18 - 6/12 - 6/12 - 6/12 - 6/12 - 6/12 - 6/12 - 6/13 - 6/14 - 6/15 - 6/15 - 6/16 - 6	6/19	6/26 - 8/5 - 6/26 - 8/5 - 7/2 0.0072 6/26 - 8/5 - 7/2 0.0066 6/26 - 6/26 - 6/26 - 6/26	7/3 8/19 0.040 8/19 - 7/3 8/19 - 7/3 - 8/19 - 7/3 - 7/3 - 7/3 - 7/3 -	7/17 - 7/17 - 7/17 - 7/17 - 7/17	7/31 - 7/31 - 7/31 - 7/31 - 7/31	8/14 - 8/14 - 8/14 - 8/14 - 8/14	8/28 - 8/28 - 8/28 - 8/28	9

付表7:ピリミノバックメチル及びブタクロールの測定値

 4/26
 5/3
 5/7
 5/10
 5/13
 5/17
 5/21

 0.15
 0.72
 0.042
 0.061

余草剤名	占:ピリ	ミノバ	ックメ	ナル(2 11 /	5														
調査地点 St. 1	調査年 2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15	5/22	5/29	採水日 6/5	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/19
St. 2	2004	4/26	5/3	5/10	5/17	5/24	5/31	6/7	6/21											
	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15	5/22	5/29	6/5	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/19
St. 3	2002	4/22	5/2	5/8 0.37	5/14 0.13	5/20 0.053	5/27 0.038	6/3	6/10	6/17	6/24	7/8 -	7/22 -	8/5 -	8/19 -					
St. 4	2002	4/22	5/2	5/8 0.19	5/14 0.098	5/20 0.041	5/27 0.017	6/3	6/10	6/17	6/24	7/8	7/22	8/5	8/19					
	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8 0.028	5/15 0.044	5/22 0.026	5/29	6/5	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/19
	2002	4/22 0.0067	5/2	5/8 0.12	5/14 0.12	5/20 0.077	5/27 0.089	6/3 0.048	6/10	6/17	6/24	7/8	7/22	8/5	8/19					
St. 5	2003	4/28	5/2 0.0070	5/7	5/13 0.036	5/14 0.041	5/20 0.033	5/21 0.045	5/28 0.023	6/4 0.012	6/11 0.0089	6/18 0.0057	6/25	7/2						
	2004	4/26	5/3	5/10	5/17	5/24	5/31	6/7	6/21	7/18	0.0005	0.0001								
	2005	4/18	5/1	5/9	0.059 5/17	0.018 5/24	6/2	6/15	6/27								-			
		3/20	4/10	0.034	0.076	0.057 5/1	0.028 5/8	0.018 5/15	0.0079 5/22	5/29	6/5	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/19
	2001	4/22	5/2	5/8	5/14	5/20	5/27	6/3	0.031 6/10	6/17	6/24	7/8	7/22	8/5	8/19					
St. 6	2002	0.015 4/28	5/2	0.081	0.098	0.072	5/20	5/21	5/28	6/4	6/11	6/18	6/25	7/2	-					
	2003	4/20		5/7 -	0.054	5/14	0.052	0.048	0.037	0.027		0.013	0.0068	0.0061						
St. 7	2001	3/20	4/10	4/17 -	4/24	5/1 -	5/8 -	5/15 -	5/22 0.027	5/29 -	6/5 -	6/12	6/19 -	6/26	7/3 -	7/17 –	7/31 -	8/14	8/28 -	9/19 -
St. 8	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15	5/22	5/29	6/5	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17 -	7/31	8/14	8/28	9/19
St. 9	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15	5/22	5/29	6/5	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/19
St. 10	2002	5/22																		
	2002	4/22	5/2	5/8	5/14 0.073	5/20 0.030	5/27 0.013	6/3	6/10 0.043	6/17	6/24	7/8	7/22	8/5	8/19					
									0.040				0./05	E /0						
St. a	2003	4/28	5/2	0.012 5/7	5/13	5/14	5/20	5/21	5/28	6/4	6/11	6/18	6/25	7/2						
St. a 余草剤名	2003 2004 G: ブタ	4/26	5/3 -	5/7 - 5/7 -		5/14 - 5/13 0.013	5/20 - 5/17 0.019	5/21 0.013 5/21 0.012	5/28 - 5/24 0.0066	6/4 - 5/27 -	6/11 - 5/31 -	6/18 - 6/7 -	6/25							
ç草剤名 胃査地点	2004 名: ブタ 調査年	- 4/26 - クロー	- 5/3 - ル	5/7 - 5/7 -	5/13 - 5/10 0.020	5/14 - 5/13 0.013	5/20 - 5/17 0.019	0.013 5/21 0.012	5/24	5/27	5/31	6/7	6/21	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/19
○ 草剤名 同査地点 St. 1	2004 G: ブタ 調査年 2001	- 4/26 - クロー 3/20 -	- 5/3 -)\bullet	5/7 - 5/7 - 定量 4/17 -	5/13 - 5/10 0.020 下限: 4/24 -	5/14 - 5/13 0.013 0.04µ	5/20 - 5/17 0.019 g 1 ⁻¹ 5/8 -	0.013 5/21 0.012 5/15 -	5/24 0.0066 5/22	5/27	5/31	-	-	=	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/19
余草剤名	2004 名: ブタ 調査年 2001 2004	- 4/26 - クロー 3/20 - 4/26	- 5/3 - ル 4/10 - 5/3 -	5/7 - 5/7 - 定量 4/17 - 5/10	5/13 - 5/10 0.020 下限: 4/24 - 5/17 -	5/14 - 5/13 0.013 0.04µ 5/1 - 5/24	5/20 5/17 0.019 g l ⁻¹ 5/8 - 5/31	0.013 5/21 0.012 5/15 - 6/7 -	5/24 0.0066 5/22 - 6/21	5/27	5/31 - - 採水日 6/5 -	6/12	6/21 - 6/19	6/26			_	-	_	
余草剤名 周査地点 St. 1	2004 コ: ブタ 調査年 2001 2004 2001	- 4/26 - クロー 3/20 -	- 5/3 -)\bullet	5/7 - 5/7 - 定量 4/17 -	5/13 - 5/10 0.020 下限: 4/24 -	5/14 - 5/13 0.013 0.04µ	5/20 - 5/17 0.019 g 1 ⁻¹ 5/8 -	0.013 5/21 0.012 5/15 -	5/24 0.0066 5/22	5/27	5/31	6/7 - 6/12	6/21	=	7/3 - 7/3 - 8/19	7/17	7/31	8/14	8/28	9/19
余草剤名 <u>圖查地点</u> St. 1 St. 2	2004 イ: ブタ 調査年 2001 2004 2001 2002	- 4/26 - クロー 3/20 - 4/26 - 3/20 - 4/22 	5/3 - 1)\(\begin{align*} 4/10 5/3 4/10 5/2	5/7 - 5/7 - 定量 4/17 - 5/10 - 4/17 - 5/8 -	5/13 -5/10 0.020 :下限: 4/24 - 5/17 - 4/24 - 5/17 - 5/14	5/14 - 5/13 0.013 0.04µ 5/1 - 5/24 - 5/120 -	5/20 - 5/17 0.019 g l ⁻¹ 5/8 - 5/31 - 5/8 - 5/27 -	0.013 5/21 0.012 5/15 - 6/7 - 5/15 - 6/3 -	5/24 0.0066 5/22 - 6/21 - 5/22 - 6/10 -	5/27 - 5/29 - 5/29 - 6/17 -		6/12 - 7/8 -	6/21 - 6/19 - 6/19 - 7/22 -	6/26	7/3 - 8/19		7/31	8/14	8/28	9/19
余草剤名 <u>調査地点</u> St. 1 St. 2	2004 G:ブタ 調査年 2001 2004 2001 2002 2002	- 4/26 - クロー 3/20 - 4/26 - 3/20 - 4/22 - 4/22	5/3 - 1/2 4/10 - 5/3 - 4/10 - 5/2 - 5/2	5/7 - 5/7 - 定量 4/17 - 5/10 - 4/17 - 5/8 - 5/8	5/13 -5/10 0.020 	5/14 	5/20 	5/15 - 6/7 - 5/15 - 6/3 -	5/24 0.0066 5/22 - 6/21 - 5/22 - 6/10 -	5/29 - 5/29 - 6/17 - 6/17		6/12 - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	6/19 - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	6/26 - 6/26 - 8/5 - 8/5	7/3 - 8/19 - 8/19	7/17	7/31	8/14	8/28	9/19
余草剤名 <u>調査地点</u> St. 1 St. 2	2004 イ: ブタ 調査年 2001 2004 2001 2002 2002	- 4/26 3/20 - 4/26 - 3/20 - 4/22 - 4/22 - 4/22 - 3/20	-5/3 -1 1/2 4/10 -5/3 -4/10 -5/2 -5/2 -4/10 -4/10	5/7 - 5/7 - 4/17 - 5/10 - 4/17 - 5/8 - 4/17	5/13 -5/10 0.020 	5/14 -5/13 0.013 0.04µ 5/1 - 5/24 - 5/20 - 5/20 - 5/1	5/20 5/17 0.019 g l ⁻¹ 5/8 - 5/31 - 5/8 - 5/27 - 5/8 - 5/27	5/15 - 6/7 - 6/3 - 5/15 - 5/15	5/24 0.0066 5/22 - 6/21 - 5/22 - 6/10 - 5/22	5/27 - 5/29 - 5/29 - 6/17 - 6/17 - 5/29		6/12 - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	6/21 - 6/19 - 7/22 - 7/22 - 6/19 -	6/26 - 8/5 - 8/5 - 6/26	7/3 - 8/19 - 8/19 - 7/3 -		7/31	8/14	8/28	9/19
余草剤名 <u>調査地点</u> St. 1 St. 2	2004 イ: ブタ 調査年 2001 2004 2001 2002 2002 2001 2002	- 4/26 3/20 4/26 3/20 - 4/22 - 4/22 4/22 4/22 4/22 4/22	5/3 - 1\(\mu\) 4/10 - 5/3 - 4/10 - 5/2 - 4/10 - 5/2 - 5/2 - 5/2 - 5/2 -	5/7 -5/7 -7 -7 -7 -7 -7 -7 -7 -7 -7 -	5/13 -5/10 0.020 	5/14 -5/13 0.013 0.04 µ 5/1 - 5/24 - 5/20 - 5/20 - 5/20 - 5/20 -	5/20 5/17 0.019 5/8 5/31 5/8 5/27 5/27 5/8 5/8 - 5/27	5/15 - 5/15 - 5/15 - 6/3 - 6/3 - 6/3 - 6/3 -	5/24 0.0066 5/22 - 6/21 - 5/22 - 6/10 - 5/22 - 6/10	5/29 - 5/29 - 6/17 - 6/17 - 6/17 -	探水日 6/5 6/5 6/24 6/5 6/5 6/24 6/5 6/5 6/5	6/12 - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	6/19 - 6/19 - 7/22 - 7/22 - 7/22 - 7/22	6/26 - 8/5 - 8/5 - 6/26 - 8/5	7/3 - 8/19 - 8/19	7/17	7/31	8/14	8/28	9/19
余草剤名 <u>陽査地点</u> St. 1 St. 2	2004 イ: ブタ 調査年 2001 2004 2001 2002 2002 2001 2002 2002	- 4/26 - 7 ロー 3/20 - 4/26 4/22 - 4/22 - 4/22 - 4/22 - 4/28 4/28	5/3 - 1/2 4/10 - 5/3 - 4/10 - 5/2 - 4/10 - 5/2 - 5/2 - 5/2 - 5/2 -	5/7 5/7 5/7 4/17 - 5/10 4/17 - 5/8 - 4/17 - 5/8 - 5/8 - - 5/7 -	5/13 -5/10 0.020 	5/14 5/13 0.013 0.04 µ. 5/1 5/24 5/20 5/20 5/20 5/20 5/20 5/20 5/20 5/20 5/20 5/20 5/20 5/20	5/20 5/17 0.019 g 1 ⁻¹ 5/8 - 5/8 - 5/8 - 5/8 - 5/27 - 5/27 - 5/20 -	5/15 - 6/7 - 5/15 - 6/3 - 5/15 - 6/3 - 5/15 - 5/15 - 5/15 - 5/21 -	5/24 0.0066 5/22 - 6/21 - 5/22 - 6/10 - 5/22 - 6/10 - 5/28 -	5/29 5/29 5/29 6/17 6/17 6/17 6/17 6/4 -		6/12 - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	6/21 - 6/19 - 7/22 - 7/22 - 6/19 -	6/26 - 8/5 - 8/5 - 6/26	7/3 - 8/19 - 8/19 - 7/3 -	7/17	7/31	8/14	8/28	9/19
余草剤名 <u>喝查地点</u> St. 1 St. 2	2004 2004 2001 2004 2001 2002 2002 2002 2002 2002 2003 2004	4/26 	5/3 - 1\(\begin{align*} 4/10 5/3 4/10 5/2 5/2 5/2 5/2 5/2 5/3 0.15	5/7 -5/7 -7 -7 -7 -7 -7 -7 -7 -7 -7 -	5/13 -5/10 0.020 	5/14 -5/13 0.013 0.04 µ 5/1 - 5/24 - 5/20 - 5/20 - 5/14 0.019 5/24 0.044	5/20 5/17 0.019 g l ⁻¹ 5/8 - 5/31 - 5/27 - 5/27 - 5/27 - 5/27 - 5/27 - 5/20 - 5/31 -	0.013 5/21 0.012 5/15 - 6/7 - 5/15 - 6/3 - 6/3 - 5/15 - 6/3 - 6/7 -	5/24 0.0066 5/22 - 6/21 - 6/10 - 5/22 - 6/10 - 5/28 - 6/21 -	5/29 - 5/29 - 6/17 - 6/17 - 6/17 -	探水日 6/5 6/5 6/24 6/5 6/5 6/24 6/5 6/5 6/5	6/12 - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	6/19 - 6/19 - 7/22 - 7/22 - 7/22 - 7/22	6/26 - 8/5 - 8/5 - 6/26 - 8/5	7/3 - 8/19 - 8/19 - 7/3 -	7/17	7/31	8/14	8/28	9/19
宗草剤名 <u>喝查地点</u> St. 1 St. 2 St. 3	2004 イ: ブタ 調査年 2001 2004 2001 2002 2002 2001 2002 2002	4/26 3/20 4/26 - 3/20 4/22 - 4/22 - 4/22 - 4/22 - 4/22 - 4/26 - 4/2	5/3 - 1/2 4/10 - 5/3 - 4/10 - 5/2 - 5/2 - 5/2 - 5/2 - 5/2 - 5/3 0.15 5/1 0.29	5/7 5/7 5/7 - 4/17 - 5/10 - 4/17 - 5/8 - 4/17 - 5/8 - 5/7 - 5/8 - 5/7 - 5/8 - 5/7 - 5/9 0.094	5/13 -5/10 0.020 	5/14 5/13 0.013 0.04 µ. 5/1 5/24 5/20 5/20 5/20 5/20 5/1 5/20 5/20 5/24 0.019 5/24 0.019 5/24 0.052	5/20 5/17 0.019 g 1 ⁻¹ 5/8 - 5/8 - 5/8 - 5/8 - 5/8 - 5/27 - 5/27 - 5/20 - 5/31 - 6/2 -	0.013 5/21 0.012 5/15 	5/24 0.0066 5/22 	5/29 5/29 5/29 6/17 6/17 6/17 6/17 7/18	採水日 6/5 6/5 6/24 6/24 6/5 6/24 6/5 6/11 7	6/12 	6/19 	6/26 - 8/5 - 8/5 - 6/26 - 8/5	7/3 - 8/19 - 8/19 - 7/3 - 8/19 -	7/17 - 7/17	7/31	8/14	8/28 -	9/19
R草剤名 圖查地点 St. 1 St. 2 St. 3	2004 201 2001 2004 2001 2002 2002 2002 2002 2002 2003 2004 2005 2001	4/26 	5/3 - 1/2 4/10 - 5/3 - 4/10 - 5/2 - 5/2 - 5/2 - 5/2 - 5/2 - 5/2 - 5/3 0.15 5/1 0.29 4/10 -	5/7 5/7 5/7 - 4/17 - 5/10 - 5/8 - 4/17 - 5/8 - 4/17 - 5/8 - 5/8 - 4/17 - 5/9 0.094 4/17	5/13 5/10 0.020 4/24 - 5/17 - 5/14 - 5/14 - 5/14 - 5/14 - 5/14 - 5/14 - 5/17 0.019 5/17 0.084 5/17 0.070	5/14 5/13 0.013 0.04 µ. 5/1 - 5/24 - 5/20 - 5/20 - 5/14 0.019 5/24 0.044 5/24 0.052 5/1 -	5/20 5/17 0.019 5/8 - 5/8 - 5/8 - 5/8 - 5/27 - 5/27 - 5/27 - 5/27 - 5/27 - 5/27 - 5/27 - 5/27 - 5/27 - 5/8 - 5/	0.013 5/21 0.012 5/15 - 6/7 - 5/15 - 6/3 - 6/3 - 5/15 - 6/7 - 6/3 - 5/15	5/24 0.0066 5/22 - 6/21 - 5/22 - 6/10 - 5/22 - 6/10 - 6/21 - 6/21 - 6/27 - 5/22	5/29 	- 5/31 - 5/31 - 6/5 - 6/5 - 6/24 - 6/24 - 6/11 - 6/5 - 6/5 - 6/5	6/12 	6/19 - 6/19 - 7/22 - 7/22 - 6/19 - 6/25 - 6/19	6/26 	7/3 8/19 - 8/19 - 7/3 - 8/19	7/17	7/31	8/14	8/28	9/19
宗草剤名 <u>喝查地点</u> St. 1 St. 2 St. 3	2004 イ: ブタ 調査年 2001 2004 2001 2002 2002 2002 2002 2002 2003 2004 2005 2001 2002	3/20 - 3/20 - 3/20 - 4/26 - 3/20 - 4/22 - 4/28 - 4/28 - 4/28 - 4/28 - 4/28 - 4/28 - 4/28 - 4/22 - 4/22 - 4/22 - 4/22 - 4/22 - 4/23 - 4/24 - 4/26 - 4/2 - 4/26 - 4/2 - 4/2 - 4/26 - 4/26 - 4/26 - 4/26 - 4/26	5/3 - 1/2 4/10 - 5/3 - 4/10 - 5/2 - 5/	5/7 5/7 5/7 4/17 5/10 4/17 5/8 - 4/17 - 5/8 - 4/17 - 5/8 - 5/7 - 5/10 0.11 5/9 0.094 4/17 - 5/10 0.11 5/10 0.094	5/13 -5/10 0.020 	5/14 - 5/13 0.013 0.04 µ 5/1 - 5/24 - 5/20 - 5/20 - 5/20 - 5/20 - 5/20 - 5/20 - 5/20 - 5/24 0.044 5/24 0.052 5/1 - 5/20 - 5/20 - 5/20 - 5/20 - 5/20 - 5/20 - 5/20 - 5/20 - 5/20 - 5/20 - 5/20 - 5/20 - 5/20 -	5/20 5/17 0.019 g 1 ⁻¹ 5/8 - 5/8 - 5/8 - 5/8 - 5/8 - 5/27 - 5/27 - 5/20 - 5/31 - 6/2 -	0.013 5/21 0.012 5/15 - 6/7 - 6/3 - 5/15 - 6/3 - 6/3 - 6/7 - 5/15 - 6/3 - 5/15 - 6/3 - 6/7 - 6/3 - 6/7 - 6/3 - 6/7 - 6/7 - 6/7 - 6/3 - 6/7 -	5/24 0.0066 5/22 	5/29 5/29 5/29 6/17 - 6/17 - 6/4 - 7/18 - 6/17 - 6/17		6/12 	6/19 	6/26 	7/3 - 8/19 - 8/19 - 7/3 - 8/19 -	7/17 - 7/17	7/31	8/14	8/28 -	9/19
R草剤名 Bt. 1 St. 2 St. 3 St. 4	2004 201 2001 2004 2001 2002 2002 2002 2002 2003 2004 2005 2001 2002 2003	7 II — 3/20 4/26 3/20 4/26 4/26 4/22 4/22 4/28 4/18 3/20 4/22 4/28 4/28 4/28 4/28 4/28	5/3 - 1/2 4/10 - 5/3 - 4/10 - 5/2 - 5/2 - 5/2 - 5/2 - 5/2 - 5/1 0.29 4/10 - 5/2	5/7 5/7 5/7 - 4/17 - 5/10 - 5/8 - 4/17 - 5/8 - 5/8 - 5/8 - 5/8 - 5/10 0.11 5/9 0.094 4/17 - 5/8 - 5/9 - 5/9 - 5/8 - 5/9 -	5/13 5/10 0.020 4/24 - 5/17 - 4/24 - 5/14 - 5/14 - 5/14 - 5/14 - 5/17 0.019 5/17 0.084 5/17 0.070 4/24 - 5/14 - 5/13 0.019 5/17 0.040	5/14	5/20 5/17 0.019 g l ⁻¹ 5/8 - 5/8 - 5/27 - 5/27 - 5/27 - 5/20 - 5/27 - 5/20 - 5/27 - 5/20 - 5/27 - 5/20 - 5/27 - 5/20 - 5/27 - 5/20 - 5/27 - 5/20 - 5/27 - 5/20 - 5/27 - 5/20 - 5/27 - 5/20 - 5/27 - 5/20 - 5/27 - 5/27 - 5/27 - 5/20 - 5/27 - 5/20 - 5/27	0.013 5/21 0.012 5/15 - 6/7 - 5/15 - 6/3 - 6/3 - 6/3 - 6/15 - 6/15 - 6/15 - 6/15 - 6/3 - 6/15	5/22 - 6/21 - 5/22 - 6/10 - 5/22 - 6/10 - 5/28 - 6/27 - 5/22 - 6/27 - 5/28 0.024	5/29 	一 5/31 - 6/5 - 6/24 - 6/24 - 6/11 - 6/24 - 6/11 - 6/11	6/12 	6/19 	6/26 	7/3 8/19 - 8/19 - 7/3 8/19 - 7/3 - 8/19 -	7/17 - 7/17 - 7/17 - 7/17	7/31	8/14	8/28	9/19 9/19 - 9/19
R草剤名 Bt. 1 St. 2 St. 3 St. 4 St. 5	2004 2004 2001 2004 2001 2002 2002 2002 2002 2003 2004 2005 2001 2002 2003 2001	3/20 - 4/26 - 3/20 - 4/22 - 4/22 - 4/22 - 4/22 - 4/26 - 4/26 - 4/26 - 4/26 - 4/26 - 4/26 - 4/22 - 4/22 - 4/26 - 4/22 - 4/26 - 4/	5/3 - 1/2 - 4/10 - 5/3 - 4/10 - 5/2 - 5/2 - 5/2 - 5/3 0.15 5/1 0.29 4/10 - 5/2 - 5/2 - 4/10 - 5/2 - 4/10 - 5/2 - 4/10 - 5/2 - 4/10 - 5/2 - 4/10 - 5/2 - 4/10 - 5/2 - 4/10 - 5/2 - 4/10 - 5/2 - 4/10 - 5/2 - 4/10 - 5/2 - 4/10 - 5/2 - 4/10	5/7 5/7 5/7 4/17 5/10 4/17 5/8 - 4/17 - 5/8 - 5/10 0.11 5/9 0.094 4/17 - 5/8 - 5/10 - 4/17 - 5/10 - 5/	5/13 -5/10 0.020 	5/14 -5/13 0.013 0.04 µ. 5/1 - 5/24 - 5/20 - 5/20 - 5/20 - 5/24 0.019 5/24 0.052 5/1 - 5/24 - 5/24 - 5/24 - 5/24 - 5/24 - 5/24 - 5/24 - 5/24 - 5/24 - 5/24 - 5/24 - 5/24 - 5/24 - 5/24 - 5/14 - 5/24 - 5/24 - 5/24 - 5/24 - 5/24 - 5/24 - 5/24 - 5/24 - 5/20 - 5/24 - 5/20 - 5/24 - 5/24 - 5/24 - 5/24 - 5/24 - 5/24 - 5/24 - 5/24 - 5/20	5/20 5/17 0.019 g l ⁻¹ 5/8 - 5/31 - 5/27 - 5/27 - 5/20 - 5/31 - 5/27 - 5/20 - 5/20 - 5/27 - 5/20 - 5/20 - 5/27 - 5/20 - 5/27 - 5/20 - 5/27 - 5/20 - 5/27 - 5/20 - 5/27 - 5/20 - 5/27 - 5/27 - 5/20 - 5/27 - 5/27 - 5/20 - 5/27 - 5/27 - 5/20 - 5/27 - 5/27 - 5/20 - 5/27 - 5/27 - 5/20 - 5/27 - 5/27 - 5/27 - 5/20 - 5/27 - 5/27 - 5/27 - 5/20 - 5/27 - 5/27 - 5/27 - 5/27 - 5/27 - 5/20 - 5/27 - 5/2	0.013 5/21 0.012 5/15 6/7 - 6/3 - 5/15 - 6/3 - 5/15 - 6/7 - 6/3 - 5/15 - 6/7 - 6/3 - 5/15 - 6/7 - 6/3 - 5/15 - 6/7 - 6/3 - 6/7 - 6/7 - 6/3 - 6/7 -	5/22 	5/29 5/29 5/29 6/17 6/17 - 6/17		6/12 	6/19 	6/26 	7/3 8/19 - 8/19 - 7/3 - 8/19 - 7/3 - 8/19 - 7/3 - 8/19	7/17 - 7/1	7/31	8/14 - 8/14 - 8/14 -	8/28 - 8/28 - 8/28 - 8/28	9/19 - 9/19 - 9/19
St. 1 St. 2 St. 3 St. 4 St. 5 St. 6	2004 2004 201 2004 2001 2002 2002 2002 2002 2003 2004 2005 2001 2002 2001 2002	A/26	5/3 - 1\(\begin{align*} 4/10 5/3 4/10 5/2 5/2 5/2 5/2 5/2 5/3 0.15 5/1 0.29 4/10 5/2 5/2 4/10 4/10 4/10 4/10 4/10 4/10 4/10 5/2 5/2 4/10 5/2	5/7 5/7 5/7 - 4/17 - 5/10 - 5/8 - 4/17 - 5/8 - 5/8 - 5/8 - 5/8 - 5/8 - 5/8 - 5/8 - 5/8 - 5/9 0.094 4/17 - 5/8 - 4/17 - 5/9 0.094 4/17 - 4/17 - 5/8 - 4/17 - 5/8 - 5/7 - 5/9 0.094 4/17 - 5/8 - 4/17 - 5/9 0.094 4/17 - 5/8 - 4/17 - 5/9 0.094 4/17 - 5/7 - 5/7 - 5/8 - 4/17 - 5/8 - 4/17 - 5/8 - 5/7 - 5/8 - 4/17 - 5/8 - 5/8 - 5/7 - 5/7 - 5/7 - 5/7 - 5/7 - 5/7 - 5/7 - 5/7 - 5/7 - 5/7 - 5/7 - 5/7 - 5/7 - 5/7 - 5/7 - 5/7 - 5/7 - 4/17 - 5/8 - 5/7 - 4/17 - 5/8 - 5/7 - 4/17 - 5/8 - 4/17 - 5/8 - 5/7 - 4/17 - 5/8 - 4/17 - 5/8 - 4/17 - 5/8 - 5/7 - 4/17 - 5/7 - 4/17	5/13 5/10 0.020 4/24 - 5/17 - 5/14 - 5/14 - 5/14 - 5/14 - 5/14 - 5/17 0.019 5/17 0.084 5/17 0.070 4/24 - 5/13 0.040 4/24 - 4/2	5/14 5/13 0.013 0.04 µ. 5/1 - 5/24 - 5/20 - 5/20 - 5/14 0.019 5/24 0.052 5/14 - 5/24 - 5/24 - 5/24 - 5/14 - 5/1 - 5/1 - 5/1 - 5/1 - 5/1 - 5/1 -	5/20 5/17 0.019 g l ⁻¹ 5/8 - 5/8 - 5/8 - 5/27 - 5/27 - 5/27 - 5/20 - 5/20 - 5/27 - 5/20 - 5/27 - 5/28 - 5/27 - 5/27 - 5/27 - 5/27 - 5/27 - 5/27 - 5/27 - 5/27 - 5/27 - 5/27 - 5/27 - 5/27 - 5/27 - 5/20 - 5/27 - 5/27 - 5/20 - 5/27 - 5/27 - 5/20 - 5/27 - 5/20 - 5/27 - 5/20 - 5/27 - 5/20 - 5/27 - 5/20 - 5/27 - 5/20 - 5/27 - 5/20 - 5/27 - 5/20 - 5/27 - 5/20 - 5/27 - 5/20 - 5/27 - 5/20 - 5/27 - 5/20 - 5/27 - 5/20 - 5/27 - 5/20 - 5/27 - 5/20 - 5/27 - 5/20 - 5/27 - 5/20 - 5/27 - 5/20	0.013 5/21 0.012 5/15 - 6/7 - 5/15 - 6/3 - 6/3 - 6/3 - 6/3 - 6/3 - 6/3 - 6/3 - 6/3 - 5/15 - 6/7 - 5/15 - 6/3 -	5/22 	5/29 	- 5/31 - 5/31 - 6/5 - 6/24 - 6/24 - 6/11 - 6/5 - 6/11 - 6/5	6/12 	6/19 	6/26 	7/3 - 8/19 - 7/3 - 8/19 - 7/3 - 8/19 - 7/3 - 8/19 - 7/3 - 7/3 - 7/3 - 7/3	7/17 - 7/17 - 7/17 - 7/17 - 7/17	7/31 - 7/31 - 7/31 - 7/31 - 7/31	8/14 - 8/14 - 8/14 - 8/14 - 8/14	8/28 - 8/28 - 8/28 - 8/28 - 8/28	9/19 - 9/19 - 9/19 - 9/19
余草剤名 <u>喝查地点</u> St. 1 St. 2 St. 3 St. 4	2004 2004 2001 2004 2001 2002 2002 2002 2002 2003 2004 2005 2001 2002 2003 2001	4/26 - 3/20 - 4/26 - 3/20 - 4/22 - 4/22 - 4/28 - 4/28 - 4/26 - 4/28 - 4/26 - 3/20 - 4/22 - 3/20 - 3/20 - 3/20 - 3/20 - 3/20 - 3/20 -	5/3 - 1/2 - 4/10 - 5/3 - 4/10 - 5/2 - 5/2 - 5/2 - 5/3 0.15 5/1 0.29 4/10 - 5/2 - 5/2 - 4/10 - 5/2 - 4/10 - 5/2 - 4/10 - 5/2 - 4/10 - 5/2 - 4/10 - 5/2 - 4/10 - 5/2 - 4/10 - 5/2 - 4/10 - 5/2 - 4/10 - 5/2 - 4/10 - 5/2 - 4/10 - 5/2 - 4/10	5/7 5/7 5/7 4/17 5/10 4/17 5/8 - 4/17 5/8 - 5/8 - 5/10 0.11 5/9 0.094 4/17 - 5/7 - 5/8 - 4/17 - 4/17 - 4/17	5/13 -5/10 0.020 	5/14 -5/13 0.013 0.04 µ. 5/1 -5/24 -5/20 -5/20 -5/20 -5/24 0.019 5/24 0.052 5/1 -5/24 -5/20 -5/14 -	5/20 5/17 0.019 g l ⁻¹ 5/8 5/31 5/8 5/27 5/27 5/27 5/20 6/2 5/8 5/8 5/8 5/8 5/8 5/8 5/8 5/8	0.013 5/21 0.012 5/15 6/7 - 6/3 - 5/15 - 6/3 - 5/15 - 6/7 - 6/3 - 5/15 - 6/7 - 6/3 - 5/15 - 6/7 - 6/3 - 5/15 - 6/7 - 6/3 - 6/7 - 6/7 - 6/3 - 6/7 -	5/22 	5/29 5/29 5/29 6/17 6/17 - 6/17		6/12 	6/19 	6/26 	7/3 8/19 - 8/19 - 7/3 - 8/19 - 7/3 - 8/19 - 7/3 - 8/19	7/17 - 7/1	7/31 - 7/31 - 7/31 - 7/31	8/14 - 8/14 - 8/14 -	8/28 - 8/28 - 8/28 - 8/28	9/19 - 9/19 - 9/19
St. 1 St. 2 St. 3 St. 4 St. 5 St. 6	2004 2004 201 2004 2001 2002 2002 2002 2002 2003 2004 2005 2001 2002 2001 2002	4/26	5/3 - 1/2 4/10 - 5/3 - 4/10 - 5/2 - 5/2 - 5/2 - 5/2 - 5/3 0.15 5/1 0.29 4/10 - 5/2 - 4/10 - 5/2 - 4/10 - 5/2 - 4/10 - 5/2 - 4/10 - 5/2 - 4/10 - 4/10 -	5/7 5/7 5/7 4/17 5/10 	5/13 -5/10 0.020 	5/14 - 5/13 0.013 0.04 µ 5/1 - 5/24 - 5/20 - 5/20 - 5/20 - 5/24 0.019 5/24 0.044 5/24 0.052 5/1 - 5/10 - 5/10 - 5/10 - 5/10 - 5/11 - 5/10 - 5/11 - 5/11 - 5/1	5/20 5/17 0.019 g l ⁻¹ 5/8 5/31 -5/27 -5/27 -5/20 -5/31 -6/2 -5/8	0.013 5/21 0.012 5/15 - 6/7 - 5/15 - 6/3 - 5/15 - 6/3 - 5/15 - 6/7 - 6/3 - 5/15 - 6/7 - 6/3 - 5/15 - 6/7 - 6/3 - 5/15 - 6/3 - 5/15 - 6/7 - 6/3 - 6/3 - 6/15 - 6/3 - 6/15 - 5/15 - 6/15 - 5/15 - 5/15 - 6/15 - 5/15 - 6/15 - 5/15 - 5/15 - 6/15 - 5/15 - 6/15 - 5/15 - 6/15 - 5/15 - 6/15 - 5/15 - 6/15	5/24 0.0066 5/22 - 6/21 - 5/22 - 6/10 - 5/28 - 6/21 - 6/27 - 5/28 - 6/27 - 5/22 - 5/2 - 5/	5/29 5/29 5/29 6/17 6/17 6/4 7/18 5/29 6/17 6/4 5/29 5/29 5/29 5/29	5/31 - 5/31 - 6/5 - 6/5 - 6/24 - 6/24 - 6/11 - 6/5 - 6/5 - 6/5 - 6/5 - 6/5 - 6/5 6/5 6/5	6/12 	6/19 - 6/19 - 7/22 - 7/22 - 6/19 - 6/25 - 6/19 - 6/19 - 6/19 - 6/19 - 6/19 - 6/19 - 6/19 -	6/26 	7/3 - 8/19 - 7/3 - 8/19 - 7/3 - 8/19 - 7/3 - 8/19 - 7/3 - 7/3 - 7/3 - 7/3 - 7/3	7/17 - 7/17 - 7/17 - 7/17 - 7/17	7/31 - 7/31 - 7/31 - 7/31 - 7/31	8/14 - 8/14 - 8/14 - 8/14 - 8/14	8/28 - 8/28 - 8/28 - 8/28 - 8/28	9/19 - 9/19 - 9/19 - 9/19
除草剤名 屬在地点 St. 1 St. 2 St. 3 St. 4 St. 5 St. 6 St. 7 St. 8 St. 9	2004 2004 2001 2004 2001 2002 2002 2002 2003 2004 2005 2001 2002 2003 2001 2002	4/26 - 3/20 - 4/26 - 3/20 - 4/22 - 4/22 - 4/22 - 4/28 - 3/20 - 3/20 - 3/20 - 3/20 - 4/28 - 3/20 - 4/28 - 3/20 - 4/28 - 3/20 - 4/28 - 3/20 - 4/28 - 3/20 - 4/28 - 3/20 - 3/20 - 3/20 - 3/20 - 4/22 - 4/22 - 4/22 - 4/22	5/3 - 1\(\begin{align*} 4/10 5/3 5/2 5/2 5/2 5/3 0.15 5/1 0.29 4/10 5/2 4/10 5/2 4/10 4/10 4/10 5/2 4/10 4/10 5/2 4/10 5/2 4/10 5/2 4/10 5/2 4/10 5/2 4/10 5/2 4/10 5/2 4/10 5/2 4/10 5/2 4/10 5/2 4/10 5/2 4/10 5/2 4/10 5/2 4/10 5/2 4/10 5/2 4/10 5/2 4/10 5/2 4/10 5/2 4/10 4/10 5/2 4/10 5/2 4/10 5/2 4/10 4/10 5/2 4/10 5/2 4/10 4/10 5/2 4/10 5/2 4/10 5/2 4/10 5/2 4/10 4/10 5/2 4/10 4/10 5/2 4/10 5/2 4/10 5/2 4/10 4/10 5/2 4/10 5/2 4/10 4/10 5/2 4/10 5/2 4/10 5/2 4/10 4/10 5/2 4/10 4/10 5/2 4/10 4/10 5/2 4/10 5/2 4/10 5/2 4/10 5/2 4/10 5/2 4/10 5/2	5/7 5/7 5/7 4/17 5/10 5/8 - 4/17 - 5/8 - 5/8 - 5/10 0.11 5/9 0.094 4/17 - 5/8 - 4/17 - 5/8 - 4/17 - 5/8 - 5/10 - 5/8 - 5/7 - 5/8 - 4/17 - 5/8 - 5/7 - 5/8 - 5/9 0.094 4/17 - 5/8 - 5/8 - 5/8 - 5/8 - 5/8 - 5/9 - 4/17 - 5/8 -	5/13 -5/10 0.020 	5/14 -5/13 0.013 0.04 µ. 5/1 -5/24 -5/20 -5/20 -5/24 0.019 5/24 0.052 -5/14 -5/20 -5/20 -5/24 -5/21 -5/20 -5/20 -5/24 -5/20 -7 -5/145/10 -7 -5/10 -7 -5/10 -7 -5/10 -7 -7 -7 -7 -7 -7 -7 -7 -7 -7 -7 -7 -7	5/20 5/17 0.019 g 1 ⁻¹ 5/8 - 5/8 - 5/27 - 5/27 - 5/20 - 5/27 - 5/20 - 5/27 - 5/8 - 5/27 - 5/8 - 5/27 - 5/8 - 5/8 - 5/27 - 5/8 - 5/8 - 5/8 - 5/27 - 5/8 - - 5/8	0.013 5/21 0.012 5/15 6/7 6/3 - 6/3 - 5/15 6/7 - 6/3 - 5/15 - 6/7 - 6/15 - 5/15 - 5/15 - 5/15 - 5/15 - 5/15 - 6/3 - 5/15 - 6/3 - 5/15 - 6/3 - 5/15 - 6/3 - 5/15 - 6/3 - 5/15 - 6/3 - 5/15 - 6/3 - 5/15 - 6/3 - 5/15 - 6/3 - 5/15 - 5/15 - 6/3 - 5/15 - 6/3 - 5/15 - 6/3 - 5/15 - 6/3 - 5/15 - 5/15 - 6/3 - 5/15 - 6/3 - 5/15 - 6/3 - 5/15 - 6/3 - 5/15 - 6/3 - 5/15 - 6/3 - 5/15 - 5/15	5/24 0.0066 5/22 	5/29 5/29 5/29 6/17 6/17 - 6/17 - 6/17 - 5/29 - 6/17 - 5/29 - 5/29 - 5/29 - 5/29 - 6/17	5/31 - 5/31 - 6/5 - 6/5 - 6/24 - 6/24 - 6/11 - 6/5 - 6/24 - 6/5 - 6/24 - 6/25 - 6/25	6/12 	6/19	6/26 	7/3 - 8/19 - 7/3 - 8/19 - 7/3 - 8/19 - 7/3 - 8/19 - 7/3 - 7/3 - 7/3 - 7/3	7/17 - 7/17 - 7/17 - 7/17 - 7/17	7/31 - 7/31 - 7/31 - 7/31 - 7/31	8/14 - 8/14 - 8/14 - 8/14 - 8/14	8/28 - 8/28 - 8/28 - 8/28 - 8/28	9/19 - 9/19 - 9/19 - 9/19
(草剤名	2004 2004 2001 2004 2001 2002 2002 2002 2002 2003 2004 2005 2001 2002 2003 2001 2002 2001 2002	4/26	5/3 - 1/2 4/10 - 5/3 - 4/10 - 5/2 - 5/2 - 5/2 - 5/2 - 5/3 0.15 5/1 0.29 4/10 - 5/2 - 4/10 - 5/2 - 4/10 - 5/2 - 4/10 - 5/2 - 4/10 - 5/2 - 4/10 - 4/10 -	5/7 5/7 5/7 4/17 5/10 	5/13 -5/10 0.020 	5/14 - 5/13 0.013 0.04 µ 5/1 - 5/24 - 5/20 - 5/20 - 5/20 - 5/24 0.019 5/24 0.044 5/24 0.052 5/1 - 5/10 - 5/10 - 5/10 - 5/10 - 5/11 - 5/10 - 5/11 - 5/11 - 5/1	5/20 5/17 0.019 g l ⁻¹ 5/8 - 5/8 - 5/8 - 5/27 - 5/27 - 5/27 - 5/20 - 5/27 - 5/20 - 5/27 - 5/28 - 5/27 - 5/28 - 5/27 - 5/28 - 5/27 - 5/20 - 5/27 - 5/27 - 5/27 - 5/20 - 5/27 - 5/27 - 5/27 - 5/28 - 5/27 - 5/20 - 5/27 - 5/27 - 5/27 - 5/20 - 5/27 - 5/20 - 5/27 - 5/27 - 5/27 - 5/20 - 5/27 - 5/27 - 5/27 - 5/27 - 5/27 - 5/20 - 5/27 - 5/27 - 5/27 - 5/27 - 5/27 - 5/27 - 5/27 - 5/27 - 5/27 - 5/27 - 5/27 - 5/27 - 5/27 - 5/27 - 5/28 - 5/27 - 5/28 - 5/27 - 5/20 0.026 5/8 - 5/8	0.013 5/21 0.012 5/15 - 6/7 - 5/15 - 6/3 - 6/3 - 6/3 - 6/3 - 6/3 - 6/3 - 5/15 - 6/3 - 5/15 - 6/3 - 5/15 - 6/3	5/24 0.0066 5/22 - 6/21 - 5/22 - 6/10 - 5/28 - 6/21 - 6/27 - 5/28 - 6/27 - 5/22 - 5/2 - 5/	5/29 5/29 	- 5/31 - 5/31 - 6/5 - 6/5 - 6/24 - 6/11 - 6/5 -	6/12 	6/19	6/26 	7/3 - 8/19 - 7/3 - 8/19 - 7/3 - 8/19 - 7/3 - 8/19 - 7/3 - 7/3 - 7/3 - 7/3 - 7/3	7/17 - 7/17 - 7/17 - 7/17 - 7/17	7/31 - 7/31 - 7/31 - 7/31 - 7/31	8/14 - 8/14 - 8/14 - 8/14 - 8/14	8/28 - 8/28 - 8/28 - 8/28 - 8/28	9/18 9/19 9/18 -

5/24 5/27 5/31 6/7 6/21

付表8:プレチラクロール及びベンスルフロンメチルの測定値

除草剤名:プレチラクロール	定量下限: 0.04μg l ⁻¹
---------------	------------------------------

St. 1 St. 2 St. 3 St. 4	2001 2004 2001 2002 2002 2001	3/20 - 4/26 - 3/20 - 4/22 0.31 4/22	4/10 - 5/3 - 4/10 - 5/2 0.12	4/17 - 5/10 - 4/17 -	4/24 - 5/17 - 4/24	5/1 - 5/24 -	5/8 - 5/31 -	5/15 - 6/7	5/22	5/29	6/5	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/19
St. 3 -	2001 2002 2002	3/20 - 4/22 0.31 4/22	4/10 - 5/2	4/17	4/24			6/7			_	-	_	-	_	_	_	_	-	_
	2002	4/22 0.31 4/22	5/2	-					6/21											_
	2002	4/22 0.31 4/22	5/2	-			5/8	5/15	5/22	5/29	6/5	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/1
	2002	0.31			0.052	5/1 0.56	0.14	0.58	0.24	0.12	-	- 0/12	-	-	-	-	-	-	-	3/ 1
St. 4		4/22		5/8 1.1	5/14 0.89	5/20 0.45	5/27 0.078	6/3	6/10	6/17	6/24	7/8	7/22	8/5 -	8/19					
	2001		5/2	5/8	5/14	5/20	5/27	6/3	6/10	6/17	6/24	7/8	7/22	8/5	8/19					=
-	2001	0.28	0.14	0.69	0.86	0.63	0.045	0.054	-	0.058		-	-	-				- 11.		
-	2001	3/20	4/10	4/17	4/24 0.25	5/1 0.59	5/8 1.4	5/15 1.1	5/22 0.42	5/29 0.26	6/5 0.089	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/
	2002	4/22	5/2	5/8	5/14	5/20	5/27	6/3	6/10	6/17	6/24	7/8	7/22	8/5	8/19					
-	2002	-	0.39	0.82	1.4	0.96	0.55	0.21	0.14	0.095	-	-	-	-	_					
St. 5	2003	4/28 0.41	5/2 0.44	5/7 0.62	5/13 1.2	5/14 1.8	5/20 0.68	5/21 0.79	5/28 0.33	6/4 0.094	6/11 0.054	6/18 0.039	6/25 0.018	7/2 0.014						
-	0004	4/26	5/3	5/10	5/17	5/24	5/31	6/7	6/21	7/18	0.034	0.000	0.010	0.014						
	2004		0.66	1.5	1.5	0.51	0.27	0.15	0.065	<u>'-</u>										
	2005	4/18	5/1 0.38	5/9 0.95	5/17 1.3	5/24 0.83	6/2 0.18	6/15 0.017	6/27											
		3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15	5/22	5/29	6/5	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/
	2001	-	-	-		0.73	0.49	0.12	0.57	0.25	0.090	-	_	-	-	-	-	-	-	-
St. 6	2002	4/22	5/2	5/8	5/14	5/20	5/27	6/3	6/10	6/17	6/24	7/8	7/22	8/5	8/19					
-		0.13 4/28	0.47 5/2	1.2 5/7	1.4 5/13	1.0 5/14	0.45 5/20	0.18 5/21	0.13 5/28	0.11 6/4	0.059 6/11	6/18	6/25	7/2						
	2003	0.33	0.41	0.42	1.3	1.2	0.68	0.76	0.35	0.10	0.082	0.038	0.018	0.016						
0. 7	0001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15	5/22	5/29	6/5	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/
St. 7	2001	<u>'-</u>	<u>-</u>			0.49	0.21	0.096	0.31	0.12	0.065	<u>'-</u>		<u>-</u>		<u>'</u> –				
St. 8	2001	3/20	4/10	4/17 -	4/24	5/1 -	5/8 0.043	5/15 0.036	5/22	5/29 -	6/5 -	6/12	6/19	6/26	7/3 -	7/17 -	7/31	8/14	8/28	9/
St. 9	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1 0.029	5/8	5/15	5/22	5/29	6/5	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/
		5/22				0.025														_
St. 10	2002	0.045																		
	2000	4/22	5/2	5/8	5/14	5/20	5/27	6/3	6/10	6/17	6/24	7/8	7/22	8/5	8/19					_
	2002	0.015	0.041	0.077	1.7	0.36	0.17	0.086	0.057	0.076	-	_		_	-/					
St. a	2003	4/28	5/2	5/7	5/13	5/14	5/20	5/21	5/28	6/4	6/11	6/18 0.023	6/25	7/2						
-		4/26	0.31 5/3	0.32 5/7	0.97 5/10	0.40 5/13	4.0 5/17	0.98 5/21	0.17 5/24	0.050 5/27	0.025 5/31	6/7	6/21							
	2004	0.11	0.30	0.16	2.6	2.2	3.4	0.63	0.28	0.44	0.28	0.088	0.021							
草剤名	: ベン	スルフ	ロンメ	チル	定	量下限	£: 0.0	8μg l ⁻¹	l											
查地点	調査年										採水日									
St. 1	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15	5/22	5/29	6/5	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/
St 2	2004	4/26	5/3	5/10	5/17	5/24	5/31	6/7	6/21					_	-		_			_

調査地点	調査年										採水日									
St. 1	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15	5/22	5/29	6/5	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/19
St. 2	2004	4/26	5/3	5/10 0.033	5/17	5/24 0.037	5/31 0.051	6/7	6/21											
	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15	5/22	5/29	6/5	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/19
St. 3	2002	4/22	5/2	5/8	5/14	5/20	0.66 5/27	2.3 6/3	0.54 6/10	0.26 6/17	0.13 6/24	0.095 7/8	7/22	8/5	8/19					
				1.2	0.27	0.47	0.14	0.10	0.099	0.057	0.014	0.016	0.016	0.010						
St. 4	2002	4/22	5/2	5/8 1.1	5/14 0.31	5/20 0.44	5/27 0.089	6/3 0.069	6/10 0.16	6/17 0.065	6/24 0.013	7/8	7/22 0.021	8/5 -	8/19					
	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1 0.070	5/8 0.51	5/15 1.2	5/22 0.61	5/29 0.24	6/5 0.20	6/12 0.12	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/19
	2002	4/22	5/2 0.081	5/8 0.54	5/14 0.82	5/20 0.50	5/27 0.33	6/3 0.18	6/10 0.12	6/17 0.073	6/24 0.029	7/8 0.019	7/22 0.014	8/5 0.014	8/19					
St. 5	2003	4/28 0.023	5/2 0.10	5/7 0.29	5/13 0.65	5/14 0.65	5/20 0.55	5/21 0.52	5/28 0.32	6/4 0.17	6/11 0.12	6/18 0.080	6/25 0.064	7/2 0.020						
	2004	4/26 0.025	5/3 0.18	5/10 0.54	5/17 0.55	5/24 0.15	5/31 0.26	6/7 0.13	6/21 0.077	7/18 0.021										
•	2005	4/18 0.017	5/1 0.15	5/9 0.34	5/17 0.67	5/24 0.43	6/2 0.23	6/15 0.13	6/27 0.073											
	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8 0.086	5/15 0.12	5/22 0.96	5/29 0.37	6/5 0.26	6/12 0.13	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/19
St. 6	2002	4/22	5/2 0.058	5/8 0.45	5/14 0.78	5/20 0.61	5/27 0.42	6/3 0.25	6/10 0.097	6/17 0.093	6/24 0.044	7/8 0.022	7/22 0.0095	8/5 0.011	8/19					
	2003	4/28 0.029	5/2 0.062	5/7 0.13	5/13 0.72	5/14 0.76	5/20 0.67	5/21 0.69	5/28 0.48	6/4 0.19	6/11 0.18	6/18 0.11	6/25 0.092	7/2 0.033						
St. 7	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15 0.085	5/22 0.61	5/29 0.25	6/5 0.19	6/12 0.10	6/19	6/26 0.066	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/19
 St. 8	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15	5/22	5/29	6/5	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/19
		3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15	5/22	0.20 5/29	0.13 6/5	6/12	6/19	6/26	0.068	7/17	7/31	8/14	8/28	9/19
St. 9	2001	<u>-</u>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
St. 10	2002	5/22 測定なし																		
	2002	4/22	5/2 0.025	5/8 1.2	5/14 2.7	5/20 0.63	5/27 0.55	6/3 0.35	6/10 0.23	6/17 0.24	6/24 0.017	7/8 0.029	7/22 0.028	8/5 0.026	8/19					
St. a	2003	4/28 0.029	5/2 0.038	5/7 0.36	5/13 2.0	5/14 1.6	5/20 1.0	5/21 0.83	5/28 0.35	6/4 0.20	6/11 0.19	6/18 0.11	6/25 0.049	7/2 0.056						
	2004	4/26	5/3	5/7	5/10	5/13	5/17	5/21	5/24	5/27	5/31	6/7	6/21							

付表9:ペントキサゾン及びメフェナセットの測定値

『 査地点	調査年										採水日		-							
St. 1	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15	5/22	5/29	6/5	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/1
St. 2	2004	4/26	5/3	5/10	5/17	5/24	5/31	6/7	6/21											
0, 0	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15 0.077	5/22	5/29	6/5	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/1
St. 3	2002	4/22 0.021	5/2 0.050	5/8 0.083	5/14 0.047	5/20 0.10	5/27 0.059	6/3 0.046	6/10	6/17 -	6/24	7/8 -	7/22 -	8/5 -	8/19					
St. 4	2002	4/22 0.022	5/2 0.18	5/8 0.60	5/14 0.45	5/20 0.16	5/27	6/3	6/10 0.081	6/17	6/24	7/8 -	7/22	8/5 -	8/19					
	2001	3/20	4/10	4/17	4/24 0.072	5/1 0.14	5/8 0.087	5/15 0.068	5/22 0.048	5/29	6/5	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17 -	7/31	8/14	8/28	9/1
	2002	4/22	5/2 0.11	5/8 0.14	5/14 0.11	5/20 0.16	5/27 0.10	6/3 0.044	6/10 0.044	6/17 0.10	6/24	7/8 -	7/22	8/5 -	8/19					
St. 5	2003	4/28 0.040	5/2 0.28	5/7 0.21	5/13 0.12	5/14 0.15	5/20 0.094	5/21 0.15	5/28 0.098	6/4 0.066	6/11 0.053	6/18 0.052	6/25 0.027	7/2 0.021						
•	2004	4/26 0.048	5/3 0.36	5/10 0.29	5/17 0.17	5/24 0.089	5/31 0.063	6/7 0.063	6/21 0.056	7/18 -										
	2005	4/18 -	5/1 0.15	5/9 0.24	5/17 0.20	5/24 0.14	6/2 0.061	6/15 0.047	6/27 0.023											
	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1 0.081	5/8 0.077	5/15 0.045	5/22 0.069	5/29	6/5	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/1
St. 6	2002	4/22 0.11	5/2 0.12	5/8 0.18	5/14 0.14	5/20 0.11	5/27 0.11	6/3 0.056	6/10 0.052	6/17 0.096	6/24	7/8	7/22	8/5	8/19					
	2003	4/28	5/2	5/7	5/13 0.11	5/14 0.096	5/20 0.15	5/21 0.17	5/28 0.070	6/4 0.056	6/11 0.049	6/18 0.060	6/25 0.022	7/2 0.016						
St. 7	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1 0.042	5/8 0.045	5/15	5/22 0.060	5/29	6/5	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/1
St. 8	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15	5/22	5/29	6/5	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/1
St. 9	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15	5/22	5/29	6/5	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/1
St. 10	2002	5/22																		_
	2002	4/22	5/2	5/8	5/14	5/20	5/27	6/3	6/10 0.098	6/17	6/24	7/8	7/22	8/5	8/19					_
St. a	2003	0.018 4/28	0.59 5/2 0.45	1.4 5/7 1.5	0.45 5/13 0.51	0.21 5/14 0.44	0.098 5/20 0.89	0.094 5/21 0.22	5/28 0.31	0.11 6/4 0.10	6/11 0.099	6/18 0.12	6/25 0.015	7/2						
	2004	4/26 0.024	5/3 0.58	5/7 0.58	5/10 0.67	5/13 0.27	5/17 0.25	5/21 0.20	5/24 0.11	5/27 0.11	5/31 0.10	6/7 0.12	6/21							
	i:メフ	ェナセ	ット	定	量下限	1: 0.04	μg l ⁻¹													
査地点 St. 1	調査年 2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15	5/22	5/29	採水日 6/5	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/1
St. 2	2004	4/26	5/3	5/10	5/17	5/24	5/31	6/7	6/21											_
		3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15	5/22	5/29	6/5	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/1
St. 3	2001	4/22	5/2	5/8	5/14	5/20	0.11 5/27	1.8 6/3	0.21 6/10	0.16 6/17	0.081 6/24	0.067 7/8	7/22	8/5	8/19					
	2002	-	0.0079	1.2	0.34	0.74	0.068	0.076	0.064	-	_	_	-	_	-					

		,		/-			r-0 -													
調査地点	調査年										採水日									
St. 1	2001	3/20	4/10	4/17 -	4/24	5/1 -	5/8	5/15 -	5/22	5/29	6/5	6/12	6/19	6/26	7/3 -	7/17 -	7/31	8/14	8/28	9/19
St. 2	2004	4/26	5/3 -	5/10	5/17	5/24	5/31	6/7	6/21											
C+ 2	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8 0.11	5/15 1.8	5/22 0.21	5/29 0.16	6/5 0.081	6/12 0.067	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/19
St. 3	2002	4/22	5/2 0.0079	5/8 1.2	5/14 0.34	5/20 0.74	5/27 0.068	6/3 0.076	6/10 0.064	6/17	6/24	7/8	7/22	8/5 -	8/19					
St. 4	2002	4/22	5/2 0.015	5/8 2.0	5/14 0.31	5/20 0.86	5/27 0.061	6/3 0.059	6/10 0.058	6/17	6/24	7/8 -	7/22	8/5 -	8/19					
	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1 0.064	5/8 1.7	5/15 2.5	5/22 1.6	5/29 1.3	6/5 0.68	6/12 0.23	6/19 0.13	6/26 0.11	7/3 0.079	7/17 0.061	7/31	8/14	8/28	9/19
	2002	4/22 0.044	5/2 0.14	5/8 2.2	5/14 3.7	5/20 2.3	5/27 1.9	6/3 0.58	6/10 0.14	6/17 0.17	6/24 0.11	7/8 -	7/22 -	8/5 -	8/19 0.089					
St. 5	2003	4/28	5/2	5/7 0.30	5/13 1.6	5/14 1.6	5/20 1.7	5/21 2.1	5/28	6/4 0.52	6/11 0.21	6/18 0.046	6/25 0.058	7/2 0.020						
	2004	4/26 - 4/18	5/3 0.025 5/1	5/10 2.4 5/9	5/17 3.2 5/17	5/24 1.0 5/24	5/31 0.95 6/2	6/7 0.60	6/21 0.17 6/27	7/18										
	2005	0.021	0.081	0.83	2.4	2.0	0.69	6/15 0.24	0.063		-		-		-				-	
	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1 0.061	5/8 0.12	5/15 0.27	5/22 3.0	5/29 1.3	6/5 0.67	6/12 0.38	6/19 0.15	6/26 0.12	7/3 0.095	7/17 0.057	7/31	8/14	8/28	9/19
St. 6	2002	4/22 0.095	5/2 0.19	5/8 2.0	5/14	5/20	5/27 0.98	6/3 0.88	6/10 0.28	6/17 0.20	6/24 0.15	7/8 0.13	7/22	8/5	8/19 0.088					
	2003	4/28	5/2	5/7 -	5/13 1.6	5/14 1.5	5/20 2.3	5/21 2.3	5/28 1.2	6/4 0.47	6/11 0.26	6/18 0.041	6/25 0.029	7/2 0.017						
St. 7	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1 0.054	5/8 0.065	5/15 0.20	5/22 1.6	5/29 0.67	6/5 0.50	6/12 0.32	6/19 0.16	6/26 0.12	7/3 0.079	7/17 0.058	7/31	8/14	8/28	9/19
St. 8	2001	3/20	4/10	4/17 -	4/24	5/1	5/8	5/15 -	5/22 0.10	5/29 0.38	6/5 0.19	6/12 0.088	6/19 0.11	6/26 0.10	7/3 0.066	7/17 -	7/31 -	8/14 -	8/28	9/19 -
St. 9	2001	3/20	4/10	4/17 -	4/24	5/1 -	5/8	5/15 -	5/22	5/29 0.13	6/5 0.084	6/12 0.088	6/19 0.087	6/26 0.081	7/3 0.064	7/17 –	7/31	8/14	8/28	9/19
St. 10	2002	5/22 0.18																		
	2002	4/22	5/2	5/8 5.4	5/14 3.5	5/20 1.8	5/27 0.31	6/3 0.12	6/10 0.10	6/17 0.084	6/24	7/8	7/22	8/5	8/19					
St. a	2003	4/28 -	5/2 -	5/7 0.72	5/13 6.4	5/14 3.4	5/20 3.4	5/21 1.3	5/28 2.9	6/4 0.84	6/11 0.075	6/18 0.015	6/25 0.017	7/2 -						
	2004	4/26	5/3	5/7 2.7	5/10	5/13 3.8	5/17	5/21	5/24	5/27	5/31	6/7	6/21							

付表10:モリネート及びフェニトロチオンの測定値

	3:モリ	ネート		定量下	限: 0	.09µg	l ⁻¹				Int.									
査地点 St. 1	調査年 2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15	5/22	5/29	採水日 6/5	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/1
St. 2	2004	4/26	5/3	5/10	5/17	5/24	5/31	6/7	6/21											_
St. 2		3/20	4/10	4/17	4/24	0.014 5/1	0.025 5/8	5/15	5/22	5/29	6/5	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/1
St. 3	2001	4/22	5/2	5/8	5/14	5/20	5/27	6/3	6/10	6/17	6/24	7/8	7/22	8/5	8/19	-	-	-		
	2002			-		-		_	-	-		-	7/22							
St. 4	2002	4/22	5/2	5/8 -	5/14	5/20	5/27	6/3	6/10	6/17	6/24	7/8 -		8/5 -	8/19			-		
	2001	3/20 0.023	4/10 0.011	4/17 0.034	4/24 0.013	5/1	5/8 0.10	5/15 0.33	5/22 1.6	5/29 4.0	6/5 2.2	6/12	6/19 0.79	6/26 0.37	7/3 0.17	7/17 0.037	7/31 0.038	8/14 0.088	8/28 0.043	9/1
	2002	4/22 0.0027	5/2 0.0091	5/8 0.013	5/14 0.33	5/20 1.2	5/27 2.8	6/3 3.0	6/10 0.14	6/17	6/24 0.56	7/8 0.14	7/22 0.071	8/5 0.067	8/19 0.059					
St. 5	2003	4/28	5/2 0.012	5/7 0.17	5/13 0.51	5/14 0.48	5/20 2.5	5/21 3.6	5/28 7.1	6/4 5.2	6/11 2.5	6/18 1.4	6/25 0.43	7/2 0.25						
	2004	4/26 0.011	5/3 0.012	5/10 0.57	5/17 3.2	5/24 3.1	5/31 5.6	6/7 3.7	6/21 2.6	7/18 -										
	2005	4/18 0.012	5/1 0.0061	5/9 0.035	5/17 0.85	5/24 2.3	6/2 4.1	6/15 1.5	6/27 0.42											
	2001	3/20 0.017	4/10 0.012	4/17 0.031	4/24 0.012	5/1 0.024	5/8 0.022	5/15 0.036	5/22 0.99	5/29 3.0	6/5 1.9	6/12 1.4	6/19 0.38	6/26 0.32	7/3 0.16	7/17 0.031	7/31	8/14 0.049	8/28 0.036	9/
St. 6	2002	4/22 0.0088	5/2 0.017	5/8 0.28	5/14 0.50	5/20 2.6	5/27 3.7	6/3 3.6	6/10 2.1	6/17 1.2	6/24 0.47	7/8 0.16	7/22	8/5 0.091	8/19 0.022					
	2003	4/28	5/2	5/7	5/13 0.067	5/14 0.059	5/20 1.1	5/21 1.1	5/28 2.5	6/4 4.1	6/11 2.0	6/18 1.3	6/25 0.47	7/2 0.14	0.022					
St. 7	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15	5/22	5/29	6/5	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/
C+ 0	2001	3/20	0.010 4/10	0.029	4/24	5/1	5/8	0.029 5/15	0.61 5/22	5/29	6/5	6/12	0.35 6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	0.049 8/28	9/
St. 8	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15	5/22	0.20 5/29	0.12 6/5	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/
St. 9	2001		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
St. 10	2002	5/22 -																		
	2002	4/22	5/2 -	5/8 -	5/14 -	5/20 -	5/27 -	6/3 -	6/10	6/17 -	6/24	7/8 -	7/22 -	8/5 -	8/19 -					
		4/28	5/2	5/7	F /10		E /00	5/21	F /00	0.74	6/11	6/18	6/25	7/2						
St. a	2003	_	-	-	5/13 -	5/14 -	5/20 0.019	0.015	5/28 0.014	6/4	-	-	-	-						
	2003 2004 名:フェ	4/26	5/3	5/7 -	5/10 0.011	5/13 0.0098	0.019 5/17 0.021	0.015 5/21 0.014		5/27 0.014	5/31 0.013	6/7	6/21							
;草剤名 査地点	2004 名:フェ 調査年	4/26	5/3	5/7 -	5/10	5/13 0.0098	0.019 5/17 0.021	0.015 5/21 0.014	0.014	5/27	5/31	-	-		7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/
章 剤 名 <u>胃査地点</u> St. 1	2004 名:フェ 調査年 2001	- 4/26 - ニトロ	- 5/3 - チオン	5/7	- 5/10 0.011 定量下	- 5/13 0.0098	0.019 5/17 0.021 0.021	0.015 5/21 0.014 (1)	0.014 5/24 	5/27 0.014	- 5/31 0.013 採水日	6/7	6/21	-	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	
;草剤名 査地点	2004 名:フェ 調査年 2001 2004	- 4/26 - 3/20 - 4/26 0.052	- 5/3 - チオン 4/10 - 5/3 -	4/17 - 5/10 0.075	5/10 0.011 定量下 4/24 - 5/17 0.0029	- 5/13 0.0098 「限: (5/1 - 5/24 0.0051	0.019 5/17 0.021 0.008µg 5/8 - 5/31 0.0019	0.015 5/21 0.014 g l ⁻¹ 5/15 - 6/7 0.010	5/24 - 5/22 - 6/21	5/27 0.014 5/29	5/31 0.013 採水日 6/5	6/12	6/19	6/26	_	_		-		_
章 剤 名 <u>胃査地点</u> St. 1	2004 名:フェ 調査年 2001 2004 2001	- 4/26 3/20 4/26 0.052 3/20 0.011	- 5/3 - チオン 4/10 - 5/3 - 4/10	4/17 - 5/10 0.075 4/17		5/13 0.0098 「限: (5/1 - 5/24 0.0051 5/1 -	0.019 5/17 0.021 0.008µg 5/8 - 5/31 0.0019 5/8	0.015 5/21 0.014 5/15 - 6/7 0.010 5/15	5/22 - 6/21 - 5/22	5/27 0.014 5/29 - 5/29 0.090		6/12	6/19	6/26 - 6/26 0.080	7/3 0.041	7/17 - 7/17 -	7/31 - 7/31 0.73	8/14 - 8/14 0.074	8/28 - 8/28 0.085	9/
章	2004 名:フェ 調査年 2001 2004	- 4/26 - 3/20 - 4/26 0.052 3/20 0.011 4/22 0.0054	- 5/3 - 4/10 - 5/3 - 4/10 - 5/2 0.0019	5/7 - 4/17 - 5/10 0.075 4/17 - 5/8 0.0054	5/10 0.011 定量下 4/24 - 5/17 0.0029 4/24 - 5/14 0.0012	5/13 0.0098 「限: (5/1 - 5/24 0.0051 5/1 - 5/20 0.0052	0.019 5/17 0.021 0.008µg 5/8 - 5/31 0.0019 5/8 - 5/27 0.0040	0.015 5/21 0.014 5/15 5/15 6/7 0.010 5/15 6/3 0.0023	5/22 - 6/21 - 5/22 - 6/10 0.0047	5/27 0.014 5/29 	5/31 0.013 採水日 6/5 - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	6/12 - - 7/8	6/21 - 6/19 - 6/19 - 7/22 0.0082	6/26 	7/3 0.041 8/19 0.040	_	7/31	8/14	8/28	9/
章	2004 名:フェ 調査年 2001 2004 2001	- 4/26 3/20 - 4/26 0.052 3/20 0.011 4/22	- 5/3 - チオン 4/10 - 5/3 - 4/10 - 5/2	4/17 - 5/10 0.075 4/17 - 5/8	- 5/10 0.011 定量下 4/24 - 5/17 0.0029 4/24 - 5/14	5/13 0.0098 「限: (5/1 - 5/24 0.0051 5/1 - 5/20	0.019 5/17 0.021 0.008µg 5/8 - 5/31 0.0019 5/8 - 5/27	0.015 5/21 0.014 5/15 - 6/7 0.010 5/15 - 6/3	5/22 - 6/21 - 6/10	5/27 0.014 5/29 - 5/29 0.090 6/17	5/31 0.013 採水日 6/5 - 0.022 6/24	6/12	6/19 - 6/19 - 7/22	6/26 - - 6/26 0.080 8/5	7/3 0.041 8/19	_	7/31	8/14	8/28	9/
注草剤名 <u>Natual</u> St. 1 St. 2	2004 名:フェ 調査年 2001 2004 2001 2002	4/26 3/20 3/20 4/26 0.052 3/20 0.011 4/22 0.0054 4/22	- 5/3 - 4/10 - 5/3 - 4/10 - 5/2 0.0019 5/2	5/7 - 4/17 - 5/10 0.075 4/17 - 5/8 0.0054 5/8	5/10 0.011 定量下 4/24 	5/13 0.0098 「限:(5/1 	0.019 5/17 0.021 0.008µg 5/8 	0.015 5/21 0.014 5/15 	5/22 - 6/21 - 6/10 0.0047	5/27 0.014 5/29 5/29 0.090 6/17 0.0056	5/31 0.013 1	6/12 - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	6/19 - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	6/26 	7/3 0.041 8/19 0.040 8/19 0.037 7/3	_	7/31 0.73	8/14 0.074	8/28 0.085	9/0.
章 利名 <u> 査地点</u> St. 1 St. 2	2004 名:フェ 調査年 2001 2004 2001 2002 2002	- 4/26 	- 5/3 - 4/10 - 5/3 - 4/10 - 5/2 0.0019 5/2 0.0018 4/10	5/7 - - 5/7 - - 5/10 0.075 4/17 - 5/8 0.0054 5/8 0.012	5/10 0.011 定量下 4/24 5/17 0.0029 4/24 5/14 0.0012 5/14 0.0012	5/13 0.0098 	0.019 5/17 0.021 0.008µg 5/8 	0.015 5/21 0.014 5/15 	5/22 	5/27 0.014 5/29 5/29 0.090 6/17 0.0056 6/17	5/31 0.013 採水日 6/5 - 0.022 6/24 0.026 6/24 0.048	6/12 - 6/12 - 7/8 - 7/8 - 6/12	6/19 - 6/19 - 6/19 - 7/22 0.0082 7/22 - 6/19	6/26 	7/3 0.041 8/19 0.040 8/19 0.037	7/17	7/31 0.73	8/14 0.074	8/28 0.085	9/0.
章 利名 查地点 St. 1 St. 2	2004 名:フェ 調査年 2001 2004 2001 2002 2002 2001	- 4/26 	- 5/3 - 4/10 - 5/3 - 4/10 - 5/2 0.0019 5/2 0.0018 4/10 - 5/2	5/7 - 5/7 - 5/10 0.075 4/17 - 5/8 0.0054 5/8 0.012 4/17 - 5/8	ラーク	5/1 0.0098 5/1 5/24 0.0051 5/1 5/20 0.0052 5/20 0.0066 5/1 5/20	0.019 5/17 0.021 0.008µg 5/8 - 5/31 0.0019 5/8 - 5/27 0.0040 5/8 - 5/27 0.0025 5/8 -	0.015 5/21 0.014 (1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1	5/22 - 6/21 - 5/22 - 6/10 0.0047 6/10 0.0030 5/22 - 6/10	5/29 	5/31 0.013 1 排水日 6/5 - - 6/5 0.026 6/24 0.048 6/5 0.023 6/24	6/12 - 6/12 - 7/8 - 7/8 - 6/12 0.018 7/8	6/19 - 6/19 - 7/22 0.0082 7/22 - 6/19 0.040	6/26 	7/3 0.041 8/19 0.040 8/19 0.037 7/3 0.028 8/19	7/17	7/31 0.73	8/14 0.074	8/28 0.085	9/0.
草剤名 <u> 査地点</u> St. 1 St. 2 St. 3	2004 名:フェ 調査年 2001 2004 2001 2002 2002 2001 2002	- 4/26 - 3/20 - 4/26 0.052 3/20 0.011 4/22 0.0054 4/22 0.0015 3/20 - 4/22 0.0026 4/28 0.010 4/28		5/7 - - 5/7 - 5/10 0.075 4/17 - 5/8 0.0054 5/8 0.012 4/17 - 5/8 0.032 5/7 0.040 5/10	5/10 0.011 元量下 4/24 - 5/17 0.0029 4/24 - 5/14 0.0012 4/24 - 5/14 0.0012 5/14 0.0013 5/17	5/13 0.0098 5/13 5/24 0.0051 5/20 0.0052 5/20 0.0066 5/1 - 5/20 0.044 5/14 0.011	0.019 5/17 0.021 0.008µg 5/8 - 5/31 0.0019 5/8 - 5/27 0.0040 5/27 0.0025 5/8 - 5/27 0.0025 5/8 - 5/27 0.0019 5/8 - 5/27 0.0019 5/8 - 5/27 0.0019 5/8 - 5/27 0.0019 5/8 - 5/27 0.0019 5/8 - 5/27 0.0019 5/8 - 5/27 0.0019 5/8 - 5/27 0.0019 5/8 - 5/27 0.0019 5/8 - 5/27 0.0019 5/8 - 5/8	0.015 5/21 0.014 5/15 	5/22 5/22 6/21 - 6/10 0.0030 5/22 - 6/10 0.0030 5/22 - 6/10 0.0039 5/28 0.0098 6/21	5/29 0.014 5/29 5/29 0.090 6/17 0.0056 6/17 	5/31 0.013 1	6/12 - 6/12 - 7/8 - 7/8 - 6/12 0.018 7/8 - 6/18	6/19 - 6/19 - 7/22 0.0082 7/22 - 6/19 0.040 7/22 0.0057 6/25	6/26 	7/3 0.041 8/19 0.040 8/19 0.037 7/3 0.028 8/19	7/17	7/31 0.73	8/14 0.074	8/28 0.085	9/0.
草剤名 <u> 査地点</u> St. 1 St. 2 St. 3	2004 コンス 調査年 2001 2004 2001 2002 2002 2001 2002 2001 2002	- 4/26 3/20 4/26 0.052 3/20 0.015 4/22 0.0054 4/22 0.0026 4/28 0.010 4/26 0.0036 4/18	- 5/3 - 4/10 - 5/3 5/2 0.0018 4/10 - 5/2 0.0018 4/10 - 5/2 0.001 5/2 0.001 5/2 0.0054 5/1 5/3 0.0054 5/1	5/7 - 5/7 - 5/10 0.075 4/17 - 5/8 0.0054 5/8 0.012 4/17 - 5/8 0.032 5/7 0.040 5/10 0.040 5/10	ラーク (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1)	5/1 0.0098 5/1 5/24 0.0051 5/1 5/20 0.0052 5/20 0.0066 5/1 5/20 0.044 5/14 5/24 0.011 5/24 0.036	5/17 0.021 0.008µg 5/8 - 5/31 0.0019 5/8 - 5/27 0.0040 5/27 0.0025 5/8 - 5/27 0.0025 5/8 - 5/27 0.0011 5/31 0.0011 5/31 0.0011	0.015 5/21 0.014 5/15 - 6/7 0.010 5/15 - 6/3 0.0023 5/15 - 6/3 0.0023 5/15 - 6/3 0.0023 5/15 - 6/3 0.0021 5/15 - 6/3 0.0021 5/15 - 6/3 0.0021 5/15 - 6/3 0.0021 5/15 - 6/3 0.0021 5/15 - 6/3 0.0021 5/15 - 6/3 0.0021 5/15 - 6/3 0.0021 5/15 - 6/3 0.0021 5/15 - 6/3 0.0021 5/15 - 6/3 0.0021 5/15 - 6/3 0.0021 5/15 - 6/3 0.0021 5/15 - 6/3 0.0021 5/15 - 6/3 0.0021 5/15 - 6/3 0.0021 5/15 - 6/3 0.0021 5/15 - 6/3 0.0021 5/15 6/3 0.0021 6/3 0.0021 6/3 0.0021 6/3 0.0021 6/3 0.0021 6/3 0.0021 6/3 0.0021 6/3 0.0021 6/3 0.0021 6/3 0.0021 6/3 0.0021 6/3 0.0021 6/3 0.0021 6/3 0.0021 6/3 0.0021 6/3 0.0021 6/3 0.0021 6/4 6/5 6/7 0.0018 6/7 6/7 6/7 6/7 6/7 6/7 6/7 6/7	5/22 	5/29 0.014 5/29 - 0.090 6/17 0.0056 6/17 - 5/29 0.087 6/17 6/17 0.0076 6/4 0.032 7/18	5/31 0.013 1	6/12 - 6/12 - 7/8 - 7/8 - 6/12 0.018 7/8 - 6/18	6/19 - 6/19 - 7/22 0.0082 7/22 - 6/19 0.040 7/22 0.0057 6/25	6/26 	7/3 0.041 8/19 0.040 8/19 0.037 7/3 0.028 8/19	7/17	7/31 0.73	8/14 0.074	8/28 0.085	9/0.
草剤名 <u>查地点</u> St. 1 St. 2 St. 3	2004 Z:フェ 調査年 2001 2004 2001 2002 2002 2001 2002 2003 2004 2005	- 4/26 1	-/	5/7 - 5/7 - 5/10 0.075 4/17 - 5/8 0.0054 5/8 0.012 4/17 - 5/7 0.040 5/10 0.042 5/9 0.011	5/10 0.011 定量下 4/24 - 5/17 0.0029 4/24 5/14 0.0012 4/24 - 5/14 0.012 5/13 0.013 5/13 0.013	5/13 0.0098 5/13 5/24 0.0051 5/12 5/20 0.0052 5/20 0.0066 5/14 0.015 5/24 0.036 5/24 0.036 5/24	0.019 5/17 0.021 0.008µg 5/8 - 5/31 0.0019 5/8 - 5/27 0.0040 5/27 0.0025 5/8 - 5/20 0.011 5/20 0.014 6/2 0.023 5/8	0.015 5/21 0.014 5/15 	5/22 5/22 6/21 - 6/10 0.0047 6/10 0.0030 5/22 - 6/10 0.0030 5/28 0.0098 6/21 0.034 6/27 0.0047	5/29 0.014 5/29 5/29 0.090 6/17 0.0056 6/17 - 5/29 0.087 6/4 0.032 7/18	5/31 0.013 1 0.013 1 2 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	6/12 - 6/12 - 7/8 - 7/8 - 6/12 0.018 7/8 - 6/18 0.022	6/19 	6/26 	7/3 0.041 8/19 0.040 8/19 0.037 7/3 8/19 0.028 8/19 0.0046	7/17	7/31 0.73 7/31 0.37	8/14 0.074 8/14 0.050	8/28 0.085 8/28 0.087	9/0.
草剤2 <u>奮地点</u> St. 1 St. 2 St. 3	コード 2004 コード 2004 コード 2004 コード 2002 コード 2002 コード 2002 コード 2002 コード 2003 コード 2004 コード 2005 コード 2001			5/7 - 5/10 0.075 4/17 - 5/8 0.0054 5/8 0.012 4/17 - 5/8 0.032 5/7 0.040 5/10 0.032 5/7 0.040 5/10 0.054	5/10 0.011 定量下 4/24 - 5/17 0.0029 4/24 - 5/14 0.0012 5/14 0.0012 5/14 0.012 5/13 0.013 5/17 0.042 5/17 0.042	5/13 0.0098 5/13 5/24 0.0051 5/20 0.0052 5/20 0.0066 5/1 - 5/20 0.044 5/14 0.011 5/24 0.036 5/24	0.019 5/17 0.021 0.008µg 5/8 - 5/31 0.0019 5/8 - 5/27 0.0025 5/8 - 5/27 0.0025 5/8 - 0.0010 5/27 0.0010 5/20 0.011 5/31 0.011 5/31 0.025	0.015 5/21 0.014 5/15 6/7 0.010 5/15 6/3 0.0022 5/15 6/3 0.0076 5/21 0.018 6/7 0.018 6/7 0.019	5/22 	5/29 0.014 5/29 0.090 6/17 0.0056 6/17 - 5/29 0.087 6/17 0.0076 6/4 0.032 7/18	5/31 0.013 第本日 6/5 - 0.022 6/24 0.026 6/24 0.048 6/5 0.023 6/24 0.019 6/11 0.0079	6/12 - 6/12 - 7/8 - 7/8 - 6/12 0.018 7/8 0.022	6/19 6/19 7/22 0.0082 7/22 6/19 0.40 0.40 0.0057 6/25 0.025	6/26 0.080 8/5 0.058 6/26 0.058 6/26 0.029	7/3 0.041 8/19 0.040 8/19 0.037 7/3 0.028 8/19 0.0046	7/17	7/31 0.73 7/31 0.37	8/14 0.074 8/14 0.050	8/28 0.085 8/28 0.087	9/0.
草剤名 <u> 査地点</u> St. 1 St. 2 St. 3	2004 名:フェ 調査年 2001 2004 2001 2002 2002 2001 2002 2003 2004 2005 2001 2002	- 4/26 		5/7 - 5/7 - 5/10 0.075 4/17 - 5/8 0.0054 5/8 0.012 4/17 - 5/8 0.032 5/7 0.040 5/9 0.011 4/17	5/10 0.011 定量下 4/24 - 5/17 0.0029 4/24 - 5/14 0.0012 4/24 - 5/14 0.013 5/14 0.013 5/17 0.042 5/17 0.049	5/1 0.0098 1	0.019 5/17 0.021 0.008µg 5/8 - 5/31 0.0019 5/8 - 5/27 0.0040 5/27 0.0025 5/8 - 5/27 0.011 5/31 0.0048 6/2 0.023 5/8 -	0.015 5/21 0.014 5/15 - 6/7 0.010 5/15 - 6/3 0.0023 6/3 0.0022 5/15 - 6/3 0.0018 6/7 0.018 6/7 0.018 6/7 0.019 5/15 - 1.0018	5/22 	5/29 0.090 6/17 0.0056 6/17 0.0056 6/17 	5/31 0.013 0.013 第本日 6/5 0.022 6/24 0.026 6/24 0.023 6/24 0.023 6/24 0.0079	6/12 	6/19 - 6/19 - 7/22 0.0082 7/22 - 6/19 0.040 7/22 0.0055 0.025	6/26 	7/3 0.041 8/19 0.040 8/19 0.037 7/3 0.028 8/19 0.0046	7/17	7/31 0.73 7/31 0.37	8/14 0.074 8/14 0.050	8/28 0.085 8/28 0.087	9// 0.
章 利	コード 2004 コード 2004 コード 2004 コード 2002 コード 2002 コード 2002 コード 2002 コード 2003 コード 2004 コード 2005 コード 2001 コード 2002 コード 2003 コード 2003 コード 2004	- 4/26 		5/7 - 5/7 - 5/10 0.075 4/17 - 5/8 0.0054 5/8 0.012 4/17 - 5/8 0.032 5/7 0.040 5/9 0.011 4/17 - 5/8 0.033 5/9 0.011 5/9 0.011	5/10 0.011 定量下 4/24 - 5/17 0.0029 4/24 - 5/14 0.0012 5/14 0.012 5/13 0.013 5/17 0.042 5/17 0.049 4/24 - 5/14 0.015	5/13 0.0098 5/13 5/24 0.0051 5/12 5/20 0.0052 5/20 0.0066 5/1 -5/20 0.044 0.011 5/24 0.036 5/24 0.056 5/1 -5/20 0.056	5/8 5/27 0.0025 5/8 5/27 0.0025 5/8 5/27 0.0040 5/27 0.0025 5/8 - 5/27 0.011 5/31 0.0048 6/2 0.023 5/8 - 5/27 0.0004 5/27 0.0105 5/20 0.011	0.015 5/21 0.014 5/15 - 6/7 0.010 5/15 - 6/3 0.0023 6/3 0.0022 5/15 - 6/3 0.0076 5/15 - 6/15 0.018 6/7 0.018 6/7 0.018 6/7 0.015 6/15 0.0099 5/15 - 6/3 0.0076 5/21 0.018	5/22 	5/29 0.014 5/29 0.090 6/17 0.0056 6/17 	5/31 0.013 0.013 第本日 6/5 0.022 6/24 0.026 6/24 0.023 6/24 0.017 6/5 0.023 6/24 0.0079	6/12 	6/19 	6/26 	7/3 0.041 8/19 0.040 8/19 0.037 7/3 0.028 8/19 0.0046	7/17 - 7/17 - 7/17 - 7/17	7/31 0.73 7/31 0.37	8/14 0.074 8/14 0.050 8/14 0.045	8/28 0.085 8/28 0.087	9/0.
注草剤名 <u>Path 点</u> St. 1 St. 2 St. 3 St. 4	2004 名:フェ 調査年 2001 2004 2001 2002 2002 2001 2002 2003 2004 2005 2001 2002			5/7 - 5/7 - 5/10 0.075 4/17 - 5/8 0.0054 5/8 0.012 4/17 - 5/8 0.032 5/7 0.042 5/9 0.011 4/17 - 5/8 0.043 5/7 0.043 5/7 0.018	5/10 0.011 元量下 4/24 - 5/17 0.0029 4/24 - 5/14 0.0012 4/24 - 5/13 0.013 5/17 0.042 5/17 0.042 5/17 0.042 5/17 0.049 4/24 - 4/24 - 5/14 0.011 5/17 0.049	5/13 0.0098 5/13 5/24 0.0051 5/12 5/20 0.0065 5/13 	0.019 5/17 0.021 0.008µg 5/8 - 5/31 0.0019 5/8 - 5/27 0.0040 5/27 0.0025 5/8 - 5/27 0.011 5/31 0.0048 6/2 0.023 5/8 - 5/27 0.0064 5/27 0.0064 5/20 0.017 5/8 -	0.015 5/21 0.014 5/15 - 6/7 0.010 5/15 - 6/3 0.0022 5/15 - 6/3 0.0076 5/21 0.015 6/15 6/15 6/15 6/15 6/15 6/15 - 6/3 0.0050 5/15 - 6/3 0.0050 5/15 - 6/3 0.0050 5/15 - 6/3 0.0050	5/22 	5/29 0.014 5/29 0.090 6/17 0.0056 6/17 - 5/29 0.087 6/4 0.032 7/18 - 5/29 0.062 6/17 0.0070 6/4 0.0070 6/4 0.0070	5/31 0.013 0.013 0.013 6/5 0.022 6/24 0.026 6/24 0.048 6/5 0.023 6/24 0.019 6/11 0.0079 6/5 0.021 6/24 0.022 6/24 0.022 6/24 0.017	6/12 - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	6/19 	6/26 0.080 8/5 0.075 8/5 0.058 6/26 0.027 8/5 0.099 7/2 0.029	7/3 0.041 8/19 0.040 8/19 0.037 7/3 0.028 8/19 0.0046	7/17 - 7/1	7/31 0.73 7/31 0.37	8/14 0.074 8/14 0.050 8/14 0.045	8/28 0.085 8/28 0.087 8/28 0.099	9/0.3
	コード 2004 コード 2004 コード 2004 コード 2002 コード 2002 コード 2002 コード 2002 コード 2003 コード 2004 コード 2005 コード 2001 コード 2002 コード 2003 コード 2003 コード 2004			5/7 - 5/7 - 5/10 0.075 4/17 - 5/8 0.0054 5/8 0.012 4/17 - 5/8 0.032 5/7 0.042 5/9 0.011 4/17 - 5/8 0.042 5/9 0.011 4/17 - 5/8 0.042 5/9 0.011 4/17 - 5/8 0.042 5/9 0.011 4/17 - 5/8 0.042 5/9 0.011 4/17 - 5/8 0.042 5/9 0.011 4/17 - 5/8 0.042 5/9 0.011 4/17 - 5/8 0.042 5/9 0.011 4/17 - 5/8 0.042 5/9 0.043 5/8 0.043 5/8 0.018 4/17 5/8 0.043 5/8 0.043 5/8 0.043 5/8 0.043 5/8 0.043 5/8 0.043 5/8 0.044 5/8 0.045 6/8 0.045 6/8 0.045 6/8 0.045 6/8 6/8 6/8 6/8 6/8 6/8 6/8 6/8	5/10 0.011 元量下 4/24 - 5/17 0.0029 4/24 - 5/14 0.0012 5/14 0.0012 5/13 0.013 5/17 0.042 5/17 0.042 5/17 0.042 5/14 0.011 5/14 0.011	5/13 0.0098 5/13 5/24 0.0051 5/12 5/20 0.0052 5/20 0.0066 5/1 	0.019 5/17 0.021 0.008µg 5/8 - 5/31 0.0019 5/8 - 5/27 0.0025 5/8 - 5/27 0.010 5/20 0.011 5/31 0.0023 5/8 5/27 0.0064 5/27 0.0064 5/27 0.0064 5/27 0.0064 5/27 0.0064 5/27 0.0064 5/27 0.0064 5/27 0.0064 5/27 0.0064 5/27 0.0064 5/27 0.0064 5/27 0.0064	0.015 5/21 0.014 5/15 6/7 0.010 5/15 6/3 0.0022 5/15 6/3 0.0076 5/21 0.018 6/7 0.015 0/15 0.0099 5/15 6/3 0.0050 5/15 5/21 0.037	5/22 	5/29 0.014 5/29 0.090 6/17 0.0056 6/17 - 5/29 0.087 6/4 0.032 7/18 - 5/29 0.062 6/17 0.0070 6/4 0.0070 6/4 0.0070	5/31 0.013 0.013 第水日 6/5 	6/12 	6/19 	6/26 0.080 8/5 0.075 8/5 0.058 6/26 0.027 8/5 0.099 7/2 0.029	7/3 0.041 8/19 0.040 8/19 0.037 7/3 0.028 8/19 0.0046	7/17 - 7/17 - 7/17 - 7/17	7/31 0.73 7/31 0.37 7/31 - 7/31 - 7/31	8/14 0.074 8/14 0.050 8/14 0.045	8/28 0.085 8/28 0.087 8/28 0.099	9/0.1
宗草剤名 <u>Patual</u> St. 1 St. 2 St. 3 St. 4	2004 名:フェ 調査年 2001 2004 2001 2002 2002 2001 2002 2003 2004 2005 2001 2002 2003 2001			5/7 - 5/7 - 5/10 0.075 4/17 - 5/8 0.0054 5/8 0.012 5/7 0.040 5/10 0.042 5/9 0.011 4/17 - 5/8 0.032 5/7 0.040 5/9 0.011 4/17 - 5/9 0.012 5/9 0.013 5/7 0.013 5/7 0.013 5/7 0.013 5/7 0.013 5/9 0.013 5/9 0.013 5/9 0.013 5/9 0.013 5/7 0.018 4/17 - 5/9 0.018 4/17 - 5/9 0.018 6/9 0.018 6/9 0.018 6/9 0.018 6/9 0.018 6/9 0.018 6/9 0.018 6/9 0.018 6/9 0.018 6/9 0.018 6/9 0.018 6/9 0.018 6/9 0.018 6/9 0.018 6/9 0.018 6/9 0.018 6/9 0.018 6/9 6/9 6/9 6/9 6/9 6/9 6/9 6/9	5/10 0.011 元量下 4/24 - 5/17 0.0029 4/24 - 5/14 0.0012 4/24 - 5/13 0.013 5/17 0.042 5/17 0.042 5/17 0.042 5/17 0.049 4/24 - 4/24 - 5/14 0.011 5/17 0.049	5/13 0.0098 5/13 5/24 0.0051 5/12 5/20 0.0065 5/13 	0.019 5/17 0.021 0.008µg 5/8 - 5/31 0.0019 5/8 - 5/27 0.0040 5/27 0.0025 5/8 - 5/27 0.010 5/20 0.011 5/31 0.0048 6/2 0.023 5/8 - 5/7 0.0064 5/20 0.017 5/8 - 5/8	0.015 5/21 0.014 5/15 6/7 0.010 5/15 6/3 0.0023 6/3 0.0022 5/15 6/7 0.018 6/7 0.015 6/15 0.0050 5/21 0.037 5/15 6/3 0.0037 5/15	5/22 	5/29 0.014 5/29 0.090 6/17 0.0056 6/17 - 5/29 0.087 6/17 0.0076 6/4 0.032 7/18 - 5/29 0.062 6/17 0.0070 6/4 0.0070 6/4 0.0070 6/4 0.0056	5/31 0.013 0.013 0.013 6/5 0.022 6/24 0.026 6/24 0.048 6/5 0.023 6/24 0.019 6/11 0.0079 6/5 0.021 6/24 0.017 6/5 0.021 6/24 0.017	6/12 	6/19 	6/26 	7/3 0.041 8/19 0.040 8/19 0.037 7/3 0.028 8/19 0.0046 7/3 0.0056	7/17 - 7/1	7/31 0.73 7/31 0.37 7/31 - 7/31	8/14 0.074 8/14 0.050 8/14 0.045	8/28 0.085 8/28 0.087 8/28 0.099	9/0.3
京草剤名 <u>Net 地点</u> St. 1 St. 2 St. 3 St. 4 St. 5 St. 6	2004 名:フェ 調査年 2001 2004 2001 2002 2002 2003 2004 2005 2001 2002 2003 2001 2002			5/7 - 5/7 - 5/10 0.075 4/17 - 5/8 0.0054 5/8 0.012 4/17 - 5/8 0.032 5/7 0.040 5/10 0.042 5/9 0.011 4/17 - 5/8 0.042 5/9 0.012 4/17 - 4/17 - 4/17 - 4/17 - 4/17 - 4/17 - 4/17 - 4/17 - 4/17 - 4/17 - 4/17 - 4/17 - 4/17 - 5/8 0.042 5/9 0.012 4/17 - 5/9 0.012 - 5/9 0.011 4/17 - 5/8 0.012 - 5/9 0.011 4/17 - 5/8 0.018 - 5/9 0.018 - 5/7 0.018 - 4/17 - 5/8 0.018 - 5/9 0.018 - 5/7 0.018 - 4/17 - 5/8 0.018 - 5/9 0.018 - 5/7 0.018 - 4/17 - 5/8 0.018 - 5/7 0.018 - 5/7 0.018 - 4/17 - 5/8 0.018 - 5/7 0.018 - 5/7 0.018 - 4/17 - 5/8 0.018 - 5/7 0.018 - 4/17	5/10 0.011 元量下 4/24 - 5/17 0.0029 4/24 - 5/14 0.0012 5/13 0.013 5/17 0.042 5/17 0.042 5/17 0.042 5/17 0.042 4/24 - 5/18 4/24 - 5/19 0.012	5/13 0.0098 5/13 5/24 0.0051 5/12 5/20 0.0052 5/20 0.0066 5/1 5/24 0.036 5/24 0.036 5/24 0.036 5/24 0.036 5/1 	0.019 5/17 0.021 0.008µg 5/8 - 5/31 0.0019 5/8 - 5/27 0.0040 5/27 0.0025 5/8 - 5/27 0.011 5/31 0.0048 6/2 0.023 5/8 - 5/27 0.0064 5/27 0.017 5/31 - 5/8 - 5/8 - 5/8 - 5/8 - 5/8	0.015 5/21 0.014 5/15 6/7 0.010 5/15 6/3 0.0023 6/3 0.0022 5/15 6/3 0.0076 5/21 0.018 6/7 0.015 6/15 0.0093 5/15 6/3 0.0037 5/15 6/3 0.0037 5/15 6/3 0.0037 5/15 6/3 0.0037	5/22 	5/29 0.014 5/29 0.090 6/17 0.0056 6/17 	5/31 0.013 0.013 第末日 6/5 0.022 6/24 0.026 6/24 0.048 6/5 0.023 6/24 0.019 6/11 0.0079 6/5 0.021 6/24 0.017 6/5 0.021 6/24 0.017	6/12 	6/19 	6/26 	7/3 0.041 8/19 0.040 8/19 0.037 7/3 0.028 8/19 0.0046 7/3 0.029 8/19 0.0056	7/17 - 7/17 - 7/17 - 7/17 - 7/17	7/31 0.73 7/31 0.37 7/31 - 7/31 - 7/31	8/14 0.074 8/14 0.050 8/14 0.036 8/14 -	8/28 0.085 8/28 0.087 8/28 0.099	9/0.3
京草剤名 <u>Net 地点</u> St. 1 St. 2 St. 3 St. 4 St. 5 St. 6	2004 Z:フェ 調査年 2001 2004 2001 2002 2002 2001 2002 2003 2004 2005 2001 2002 2003 2001 2002			5/7 - 5/7 - 5/10 0.075 4/17 - 5/8 0.0054 5/8 0.032 5/7 0.040 5/10 0.012 4/17 - 5/8 0.032 5/7 0.040 5/10 0.012 5/9 0.013 5/9 0.013 4/17 - 5/8 0.012 5/9 0.012 5/9 0.013 5/10 0.042 5/9 0.013 5/10 0.018 4/17 - 5/8 0.018 5/7 0.018 4/17 - 5/8 0.018 5/7 0.018 5/7 0.018 5/8 5/8 0.018 5/8 0.018 5/8 0.018 5/7 0.018 5/7 0.018 5/8 5/8 5/8 5/8 5/8 5/8 5/8 5/	5/10 0.011 0.011 2 2 4/24 - 5/17 0.0029 4/24 - 5/14 0.0012 5/14 0.012 5/13 0.013 5/17 0.042 5/17 0.042 5/17 0.042 5/17 0.010 4/24 - 5/17 0.012 5/17 0.013 5/17 0.013 5/17 0.014 0.015 5/17 0.014 5/17 5/17 0.014 0.014 0.014 0.014 0.014 0.014 0.014 0.014 0.014 0.014 0.014 0.014 0.014 0.014 0.014 0.014 0.014 0.	5/13 0.0098 5/13 5/24 0.0051 5/12 5/20 0.0052 5/20 0.0066 5/1 -5/20 0.044 5/14 0.013 5/24 0.036 5/24 0.036 5/24 0.036 5/1 -5/20 0.034 5/14 0.012 5/14 0.012	0.019 5/17 0.021 0.008µg 5/8 - 5/31 0.0019 5/27 0.0025 5/27 0.0025 5/27 0.0040 5/20 0.011 5/31 0.0048 6/2 0.023 5/8 - 5/27 0.0064 5/20 0.017 5/8 - 5/8 - 5/8 - 5/8 - 5/8 - 5/8 - 5/8 - 5/8 - 5/8	0.015 5/21 0.014 5/15 - 6/7 0.010 5/15 - 6/3 0.0023 6/3 0.0022 5/15 - 6/3 0.0076 5/21 0.018 6/7 0.015 6/15 0.0099 5/15 - 6/3 0.0050 5/21 0.037 5/15 - 5/15 - 5/15 - 5/15	5/22 	5/29 0.014 5/29 0.090 6/17 0.0056 6/17 5/29 0.087 6/17 0.0076 6/4 0.032 7/18 5/29 0.062 6/17 0.0076 6/4 0.061 5/29 0.060 5/29	5/31 0.013 0.013 0.013 6/5 0.022 6/24 0.026 6/24 0.023 6/24 0.019 6/11 0.0079 6/5 0.021 6/24 0.022 6/11 0.017 6/5 0.021 6/5 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	6/12 	6/19 	6/26 	7/3 0.041 8/19 0.030 7/3 0.028 8/19 0.0046 7/3 0.029 8/19 0.0056	7/17 - 7/17 - 7/17 - 7/17 - 7/17	7/31 0.73 7/31 0.37 7/31 - 7/31 - 7/31	8/14 0.074 8/14 0.050 8/14 0.036 8/14 -	8/28 0.085 8/28 0.087 8/28 0.099	9/0.1
宗草剤名 <u>Natural</u> St. 1 St. 2 St. 3 St. 4 St. 5	2004 名:フェ 調査年 2001 2004 2001 2002 2002 2001 2002 2003 2004 2005 2001 2002 2003 2001 2002 2001 2002		-/	5/7 - 5/7 - 5/10 0.075 4/17 - 5/8 0.0054 5/8 0.012 5/7 0.040 5/10 0.042 5/9 0.011 4/17 - 5/8 0.032 5/7 0.040 5/10 0.042 5/9 0.011 4/17 - 4/17 - 4/17 - 4/17 - 4/17 - 4/17 - 4/17 - 4/17 - 4/17 - 4/17 - 4/17 - 4/17 - 5/8 0.018 4/17 - 5/8 0.019 5/10 0.018 4/17 - 4/1	5/10 0.011 元量下 4/24 - 5/17 0.0029 4/24 - 5/14 0.0012 5/14 0.0012 5/13 0.013 5/17 0.042 0.042 0	5/13 0.0098 5/13 5/24 0.0051 5/12 5/20 0.0052 5/20 0.0066 5/14 0.013 5/24 0.036 5/24 0.036 5/14 0.012 5/24 0.052 5/14 0.012	0.019 5/17 0.021 0.008µg 5/8 - 5/31 0.0019 5/27 0.0025 5/8 - 5/27 0.0026 5/20 0.011 5/31 0.0048 6/2 0.0025 5/8 - 5/27 0.0064 5/20 0.017 5/8 - 5/8 - 5/8 - 5/8 - 5/8 -	0.015 5/21 0.014 5/15 6/7 0.010 5/15 6/3 0.0023 6/3 0.0022 5/15 6/3 0.0022 5/15 6/3 0.0023 5/15 6/3 0.0030 5/21 0.015 6/17 0.015 6/17 0.015 6/15 6/3 0.0050 5/21 0.037 5/15 5/15 5/15 5/15	5/22 	5/29 0.014 5/29 0.090 6/17 0.0056 6/17 - 5/29 0.087 6/4 0.032 7/18 - 5/29 0.062 6/4 0.061 5/29 0.060 5/29 - 5/29	5/31 0.013 0.013 0.013 5/3 6/5 0.022 6/24 0.026 6/24 0.023 6/24 0.019 6/11 0.0079 6/5 0.022 6/24 0.017 6/5 0.021 6/5 0.027 6/5 0.0079	6/12 	6/19 	6/26 0.080 8/5 0.075 8/5 0.058 6/26 0.027 8/5 0.099 7/2 0.029 6/26 0.026 6/26 0.025 6/26 -	7/3 0.041 8/19 0.040 8/19 0.037 7/3 0.028 8/19 0.0046 7/3 0.0056	7/17 - 7/17 - 7/17 - 7/17 - 7/17	7/31 0.73 7/31 0.37 7/31 - 7/31 - 7/31	8/14 0.074 8/14 0.050 8/14 0.036 8/14 -	8/28 0.085 8/28 0.087 8/28 0.099	9/

付表11:フェノブカルブの測定値

除草剤名:フェノブカルブ 定量下限:0.02μg l⁻¹

が十万つ	. ,	/ / /4	,,	1	五 1 134	0.02	μSΙ													
調査地点	調査年										採水日									
St. 1	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15 -	5/22	5/29	6/5	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17 -	7/31	8/14	8/28	9/19
St. 2	2004	4/26	5/3	5/10	5/17	5/24	5/31	6/7	6/21											
St. 3 -	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15	5/22 0.41	5/29 0.44	6/5 0.086	6/12	6/19 0.053	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14 0.26	8/28	9/19
51. 5	2002	4/22 -	5/2 -	5/8 -	5/14 -	5/20 -	5/27 0.073	6/3 -	6/10 -	6/17 -	6/24	7/8 -	7/22 -	8/5 -	8/19 0.038					
St. 4	2002	4/22	5/2 0.012	5/8 0.023	5/14 0.018	5/20 0.021	5/27 0.077	6/3 0.068	6/10	6/17	6/24	7/8 -	7/22 -	8/5 -	8/19 0.043					
	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15 0.093	5/22 0.45	5/29 0.17	6/5 0.080	6/12 0.097	6/19	6/26 0.052	7/3	7/17 0.064	7/31	8/14 0.080	8/28	9/19
-	2002	4/22	5/2 0.026	5/8 0.022	5/14 0.22	5/20 0.19	5/27 0.28	6/3 0.15	6/10 0.033	6/17 0.12	6/24 0.067	7/8	7/22	8/5	8/19 0.044					
St. 5	2003	4/28 -	5/2 -	5/7 0.070	5/13 0.13	5/14 0.39	5/20 0.078	5/21 0.11	5/28 0.14	6/4 0.17	6/11 0.096	6/18 0.17	6/25 0.040	7/2 -						
_	2004	4/26 0.019	5/3 -	5/10 0.10	5/17 0.15	5/24 0.060	5/31 0.11	6/7 0.11	6/21 0.076	7/18 -										
	2005	4/18	5/1 -	5/9 0.011	5/17 0.17	5/24 0.036	6/2 0.10	6/15 0.043	6/27 0.014											
	2001	3/20	4/10 0.021	4/17 -	4/24	5/1 -	5/8 0.038	5/15 0.042	5/22 0.11	5/29 0.15	6/5 0.079	6/12 0.059	6/19	6/26	7/3 -	7/17 -	7/31 -	8/14	8/28	9/19 -
St. 6	2002	4/22 0.024	5/2 0.040	5/8 0.30	5/14 0.12	5/20 0.23	5/27 0.11	6/3 0.11	6/10 0.068	6/17 0.12	6/24	7/8 -	7/22 -	8/5 -	8/19 0.042					
	2003	4/28	5/2	5/7 -	5/13 0.12	5/14 0.12	5/20 0.15	5/21 0.42	5/28 0.11	6/4 0.11	6/11 0.20	6/18 0.048	6/25 0.052	7/2 0.0099						
St. 7	2001	3/20	4/10 0.026	4/17 -	4/24	5/1 -	5/8 -	5/15 -	5/22 0.10	5/29 0.10	6/5 0.10	6/12 0.053	6/19	6/26	7/3 -	7/17 -	7/31	8/14	8/28	9/19 -
St. 8	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15	5/22	5/29	6/5	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/19
St. 9	2001	3/20	4/10	4/17	4/24	5/1	5/8	5/15	5/22	5/29	6/5	6/12	6/19	6/26	7/3	7/17	7/31	8/14	8/28	9/19
St. 10	2002	5/22																		
	2002	4/22	5/2	5/8 0.019	5/14 0.31	5/20 0.025	5/27	6/3	6/10	6/17	6/24	7/8	7/22	8/5	8/19					
St. a	2003	4/28	5/2	5/7	5/13	5/14	5/20	- 5/21 測定なし	5/28	6/4	6/11	6/18	6/25	7/2						
=	2004	4/26	5/3	5/7 -	5/10	5/13	5/17 0.016	5/21	5/24	5/27 0.44	5/31 0.078	6/7	6/21 0.015							