

(45) 大和川における農薬の流下特性

奥村 洋一¹・辻本 暁子¹・貫上 佳則^{1*}・水谷 聡¹

¹大阪市立大学大学院工学研究科 (〒558-8585大阪市住吉区杉本3-3-138)

E-mail:kanjo@urban.eng.osaka-cu.ac.jp

大阪府下を流れる大和川の下流域において約9ヶ月にわたる定点調査から農薬の流下量を測定し、農薬流下濃度の時期的変化や農薬の河川中での存在形態などの流下特性について調べた。対象とした農薬16種類のうち10種類が検出され、特に除草剤のプロピサミドが比較的高い濃度で検出されたが、水質環境基準値を下回っていた。また農薬の河川中での存在形態は溶存態で流出する割合が高い傾向にあり、殺菌剤と除草剤では一般水質項目との明確な相関関係が見られなかった。大和川下流におけるプロモブチド、チオベンカルブ、ダイアジノンおよびイソプロチオランの最高検出濃度は淀川の最高検出濃度よりも1オーダーから2オーダー高かった。

Key Words : pesticide, run-off characteristics, Yamato river

1. はじめに

奈良県の初瀬川を源流に持ち、奈良県北部、大阪府南部の都市圏を流れる大和川は、布留川や寺川など合わせて8つの支流と合流しながら、奈良県から、柏原市、藤井寺市、松原市、堺市と通り、大阪湾に流れ込んでいる。大和川の流域面積は 1070km²、幹川流路延 68km、年間平均降水量 1258mm、流域内人口約 25 万人である。

これまで大和川は日本各地の一級河川の中でも水質汚濁が進んでいる河川と認識されてきた。最近、国土交通省による水質改善事業によってBODをはじめとした各種水質濃度は減少傾向を示している。年平均BOD値は4.8 (mg/L) (平成 18 年度)で、環境基準値(C 類型)5.0(mg/L)(C 類型)を下回っている。しかしながら大阪、奈良の都市域を流れる大和川は微量化学物質の流入が確認されており、その中でも農薬は農地、家庭園芸、非農耕地などでの使用量が多く河川流出も多く見込まれる物質の一つである。

大和川流域の上流では農地としての土地利用が多く、近畿農政局の調べによると大阪府と奈良県の農地面積は各々150km²、250km²であり、流域面積 1070km²の約 37%を占めている。そのため、降雨時は農薬を含む排水が未処理のまま大和川に流出していると考えられ、農地への散布による大和川への農薬負荷は大きいと推測される。

淀川を初め日本各地の河川調査によれば、除草剤ではベンチオカルブ^{3), 6), 8), 10)}、プロモブチド^{1), 4), 7), 8), 9)}、殺虫剤ではフェニトロチオン^{3), 7), 10)}、フェノブカルブ^{4), 5), 7)}、ダイアジノン^{2), 3), 4), 7), 10)}、イソキサチオン^{4), 7)}殺菌剤ではイソプロチオラン^{2), 7), 9), 10)}、イプロベンフォス^{2), 4), 7), 9)}が高濃度で検出されたり、高い割合で検出されている。こ

れらはほとんどが農地(水田)にて使用される農薬である。農地や家庭園芸など多種多様な環境中に散布される農薬の中でも流域での使用量、河川に流出する量ともに多い水田用農薬の河川中の濃度を把握することは、河川生態系や人に与える影響を知る上で重要である。

大和川では国土交通省により 2002 年から現在まで年に2回、人の健康に関する水質項目と要監視項目についての水質調査が行なわれているが、その頻度の少なから、大和川における水田用農薬濃度の通年の時期的変動はまだ把握できていない。

さらに 2003 年からポジティブリストによる食品残留農薬の規制が農薬取締法に明示され、2006 年では3年間の猶予期間が過ぎたために大和川における農薬の排出実態も大きく変化していると考えられる。

そこで本研究では、これら農薬の現在の大和川における流下農薬濃度のレベルや農薬の流下に影響を与える因子を調査し、大和川における 16 種の農薬流下特性を把握することを目的とした。

2. 調査概要

(1) 調査方法と測定方法

調査は 2006 年 4 月下旬～10 月下旬の間は 4 月 27 日、5 月 4 日、10 月 2 日を除いて、月曜と木曜の週 2 回の頻度で行い、11 月上旬～12 月下旬の間は木曜の週 1 回の頻度で行い、計 60 回採水した。採水地点は大和川下流にある吾彦大橋(図 1)より、河川流心の表層水をバケツにて 1L 採取した。実験室にて試料水を濾過後、濾液のみの試料と、濾液に懸濁態からの超音波抽出物(超音波抽出をしたアセトン抽出液 20mL)を混入した試料(試料通水量:ア

表1 GC/MSの測定条件

カラム	溶融シリカキャピラリーカラム (30m×0.25mm I.D., df=0.25 μm)
カラム液相	5%フェニルメチルシリコン
カラム温度	50°C(1min)→(10°C/min)→160°C→(5°C/min)→210°C →(4°C/min)→250°C→(8°C/min)→280°C(15min)
キャリアガス	He (1.0mL/min)
注入モード	スプリットレス (1分後パージ)
注入口温度	250°C
注入量	1 μL
イオン源温度	280°C

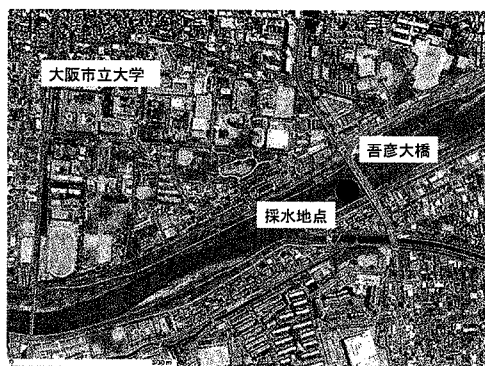


図1 調査地点

セトン抽出液量 500:20=25:1) の2つに分けた。ここで溶存態はガラス繊維ろ紙(GS-25, 孔径1 μm)を通過したろ液に含まれる農薬成分のことをいい、懸濁態はろ紙上に残った懸濁物質とした。それら2種類に対して図2に示す固相抽出(使用した固相抽出カラム: InertSep RP-1mini ジーエルサイエンス社製)を施し、GC: HP6890、MS: HP5973MSD、(Agilent Technology 社製)にて除草剤6種類(プロモブチド、アトラジン、プロピサミド、チオベンカルブ、クロロニトロフェン)、殺虫剤7種類(ジクロロボス、フェノブカルブ、ダイアジノン、マラチオン、EPN、フェニトロチオン、イソキサチオン)、殺菌剤3種類(イソプロチオラン、イプロベンフォス、クロロタロニル)の計16種類を定量分析した。分析条件を表1に示す。標準物質には13種農薬混合溶液(和光純薬(株))、プロモブチド標準品(和光純薬(株))、マラチオン標準品(和光純薬(株))、アトラジン標準品(和光純薬(株))を用いた。また内部標準物質として9-プロモアントラセン標準品(和光純薬(株))、アントラセン-d10標準品(和光純薬(株))を用いた。これら測定対象の農薬は、淀川を初めとする他の河川で検出されている水田用農薬を中心とする14種と、内分泌攪乱性の強い疑いのある水田用農薬2種(アトラジン、マラチオン)である。また農薬標準試薬16種類を加えた溶液500mL(各農薬濃度1 μg/Lに調整)の回収率(表2では溶存態と表記)と農薬標準試薬16種類を加えた溶液500mLにアセトン20mLを加えた溶液(混合比25:1)の回収率(表2では溶存態+アセトンと表記)を図2の左フロー図に従って求めた。回収率を調べた結果を表2に示す。

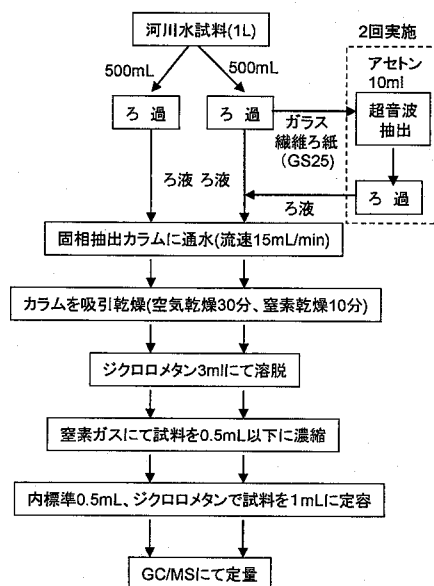


図2 実験の手順

(左フロー: 溶存態 右フロー: 溶存態+懸濁態)

表2 農薬の回収率

農薬	農薬名	溶存態	溶存態+アセトン
除草剤	プロモブチド	94	139
	アトラジン	95	120
	プロピサミド	85	112
	シマジン	83	92
	チオベンカルブ	100	121
殺虫剤	クロロニトロフェン	108	134
	ジクロロボス	101	61
	フェノブカルブ	93	123
	ダイアジノン	72	87
	マラチオン	88	108
殺菌剤	EPN	61	82
	フェニトロチオン	107	124
	イソキサチオン	71	99
	イソプロチオラン	70	87
	イプロベンフォス	95	114
	クロロタロニル	91	108

単位は%

3. 実験結果の考察

(1) 回収率試験

(溶存態+アセトン)の回収率が低かったり(殺虫剤のジクロロボスで61%)、逆に高くなる(除草剤のプロモブチドで139%、クロロニトロフェンで134%)場合があったが、(溶存態)と(溶存態+アセトン)のどちらの場合にでも大半の農薬の回収率は70%~120%程度の値を示した。

(2) 農薬の検出率と水質環境基準値

計60回の調査における農薬16物質の検出率を図3に、平均濃度、最高濃度、水質環境基準値を表2に示す。検出率が高かった農薬は、除草剤ではプロモブチドとプロピサミドであり、殺虫剤ではジクロロボス、フェノブカルブ

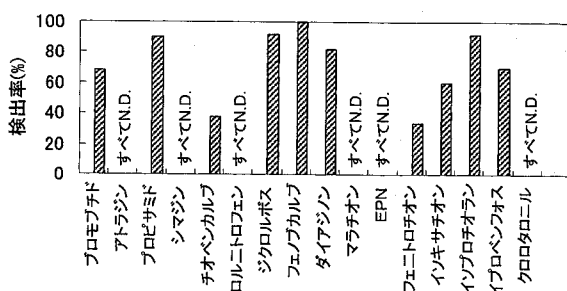


図3 16種類の農薬の検出率

表3 農薬濃度と水質環境基準値の比較

農薬	農薬名	最高濃度 ($\mu\text{g/L}$)	平均濃度 ($\mu\text{g/L}$)	水質環境基準値 ($\mu\text{g/L}$) (※)
除草剤	プロモブチド	2.84	0.43	40
	アトラジン	N.D.	N.D.	2
	プロピサミド	6.63	1.22	8
	シマジン	N.D.	N.D.	3
	チオベンカルブ	1.09	0.17	20
殺虫剤	クロルニトロフェン	N.D.	N.D.	検出されないこと
	ジクロルボス	0.39	0.11	8
	フェノカルブ	0.56	0.21	30
	ダイアジノン	1.02	0.18	5
	マラチオン	N.D.	N.D.	50
	EPN	N.D.	N.D.	6
	フェニトロチオン	1.07	0.17	3
	イソキサチオン	0.57	0.15	8
	イソプロチオラン	1.61	0.25	40
	イプロベンフォス	1.11	0.49	8
殺菌剤	クロタロニル	N.D.	N.D.	50

※シマジン、チオベンカルブの値は環境庁が定める人の健康に関する水質項目の指針値、アトラジン、マラチオン、プロモブチドは水道法に基づく水質管理目標設定項目の指針値、それら以外の農薬は環境省が定める要監視項目の指針値

ブ、ダイアジノン、およびイソキサチオン、殺菌剤ではイソプロチオランとイプロベンフォスであった。除草剤、殺菌剤の検出率よりも殺虫剤の検出率が高く、どの殺虫剤も検出率はおおよそ80%を示した。この原因は、除草剤、殺菌剤の使用用途が主に農地やゴルフ場に集中しており、その使用期間や散布回数に限られているが、殺虫剤は農地やゴルフ場以外でも、河川敷や公園、一般家庭でも使用されており、不定期に散布される事によると考えられる。また、2006年は夏以降でも、気温の高い日が続いていた¹¹⁾ため、ウンカやツマグロヨコバイ、蚊などの害虫の動きが活発な日が例年に比べて多くあったことも殺虫剤の使用期間や散布回数が増えてしまった要因と考えられる。一方で、まったく検出されなかったのはアトラジン、シマジン、クロルニトロフェン、マラチオン、EPN、及び、クロタロニルであり、これらの平成16年における大阪府、奈良県における大和川流域の使用実態¹²⁾を表4に示す。クロルニトロフェン以外の5種類は使用されておりまたクロタロニル以外の4種類の農薬は使用量が600kg/年以下と少なかった。比較的高い濃度で検出された農薬は除草剤ではプロモブチド、プロピサミド、およびチオベンカルブ、殺虫剤では、ダイアジノンとフェニトロ

表4 大和川流域における農薬の使用量¹²⁾ (H16年)

農薬	農薬名	農耕地	ゴルフ場	家庭園芸	その他 非農耕地	使用量 合計
除草剤	アトラジン	1	0	0	0	1
	プロピサミド	4	0	205	0	210
	シマジン	44	1	166	0	210
	チオベンカルブ	3,872	0	0	0	3,856
	クロルニトロフェン	0	0	0	0	0
殺虫剤	ジクロルボス	3,138	0	1,426	2,286	6,753
	フェノカルブ	2,429	0	722	4	3,185
	ダイアジノン	2,330	6	166	102	2,605
	マラチオン	475	0	2	25	502
	EPN	472	0	0	0	472
	フェニトロチオン	2,398	1	4,068	2,085	8,587
	イソキサチオン	419	0	280	17	715
殺菌剤	イソプロチオラン	692	73	40	0	820
	イプロベンフォス	3,890	0	0	0	3,922
	クロタロニル	769	239	1,297	5	2,310

単位はkg/年

チオン、殺菌剤ではイソプロチオランとイプロベンフォスであった。とはいえ、16種すべての農薬が水質環境基準値を下回っていた。

(3) 農薬の排出源と農薬濃度の時期的変化

2006年4月24日から12月21日の間に大和川表流水中で検出された農薬の濃度変化を図4と図5に示す。

6月19日付近にピークが見られた農薬は除草剤のプロモブチドとチオベンカルブ、殺虫剤のフェノカルブ、およびフェニトロチオンであった。藤原ら¹³⁾の調査によれば、毎年、大阪府内での水稲移植の最盛期は6月最初の土・日曜日を中心とした前後のそれぞれ一週間を含めた期間であり、水稲移植後の1、2週間後の休日に除草剤が主として散布され、一部は水稲移植前や移植時にも散布されることを報告している。その後に殺虫剤や殺菌剤の多くが散布されることになり、河川では散布直後やその2週間内の降雨時流出で多量の農薬が流出することも報告している。除草剤のプロモブチド、殺虫剤のフェノカルブとイソキサチオンおよびフェニトロチオンは6月中旬から7月中旬にかけて高い濃度で継続的に検出された。

一方、8月14日付近では、除草剤のプロピサミド、殺虫剤のダイアジノン、殺菌剤のイソプロチオランとイプロベンフォスのピークが見られた。イソプロチオラン、イプロベンフォスは稲のいもち病(稲の葉や茎に斑点ができる病気)に対して使用される農薬であり、いもち病は曇天で低温の環境条件の下で発生量が増える事が知られている¹⁴⁾。気象庁の調べによれば調査を行った7月は雨の日が多く曇天が続き、例年より1℃も月平均気温が低かった。また、8月は河川中濃度のピークが観測された14日までにまったく雨は降らなかった。以上のことから、曇天続きの7月下旬にイソプロチオランとイプロベンフォスが散布され、しばらく晴天が続き、8月中旬に初めて雨が降った8月13日の晩からあくる日の朝にかけての降雨によってこれら2つの農薬が流出したのではないかと考えられる。殺虫剤のダイアジノンも、ウンカやツマグロヨコバイなどの害虫が繁殖しやすい7月下旬に散布され、殺菌剤と同じ理由で8月14日に検出されたのではないかとということが示唆された。一方、プロピサミドはピーク時の濃度(6.63 $\mu\text{g/L}$)もさることながら、7月初旬からピークまでの濃度も1 $\mu\text{g/L}$ 前後と高い濃度で推移していることが図5からわかる。その使用用途が芝地用除

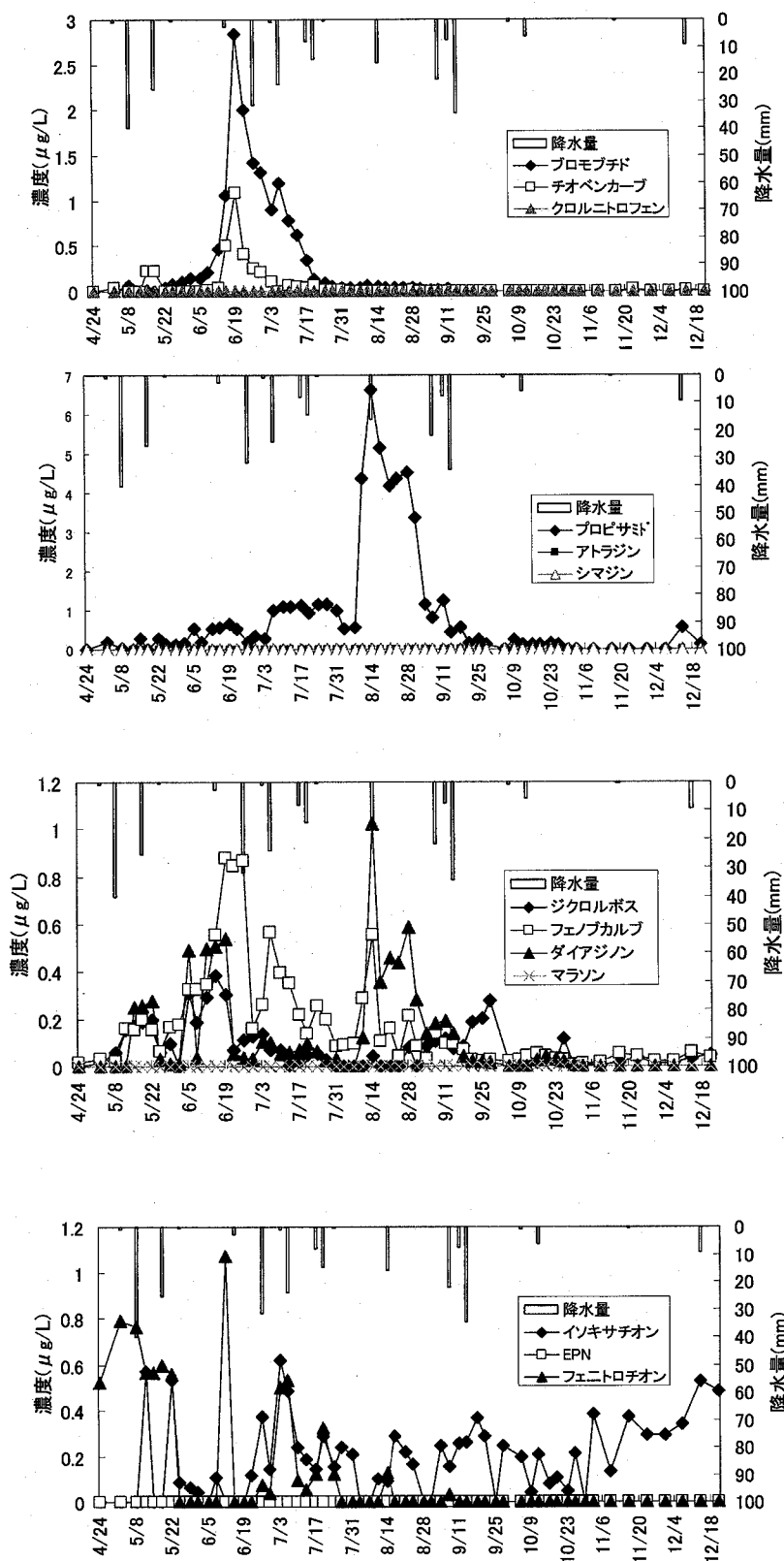


図4 大和川の農薬濃度(1)

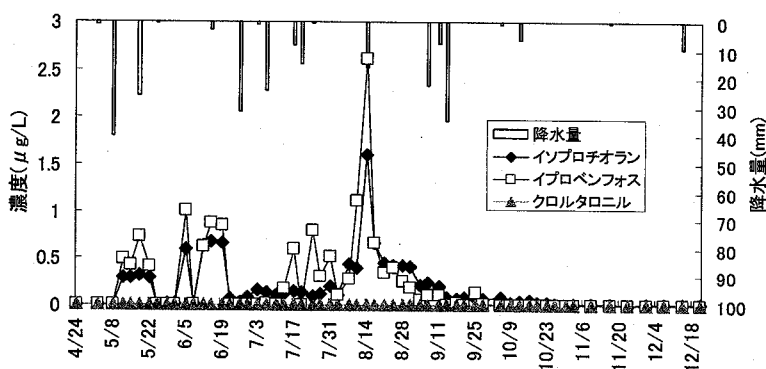


図5 大和川の農業濃度(2)

表5 農業濃度と一般項目との相関係数

農薬	農業名	SS (mg/L)	S-COD (mgO ₂ /L)	T-COD (mgO ₂ /L)	EC (μS/cm)	降水量 ^(*) (mm)
除草剤	プロピサミド	0.033	0.152	0.076	0.125	0.073
	プロモブチド	0.251	0.137	0.046	0.139	0.017
	チオベンカーブ	0.084	0.039	0.256	0.111	0.030
殺虫剤	ジクロロボス	0.086	0.139	0.017	0.062	0.055
	イソキサチオン	0.255	0.254	0.304	0.311	0.133
	フェントロチオン	0.255	0.275	0.275	0.275	0.133
	ダイアジノン	0.064	0.022	0.092	0.233	0.138
殺菌剤	フェノブカルブ	0.390	0.104	0.020	0.246	0.157
	イプロベンフォス	0.071	0.121	0.095	0.189	0.111
	イソプロチオラン	0.007	0.042	0.009	0.182	0.057

：相関係数が0.4以上

(*) 採水日前日午前10時から採水日当日の午前10時までの1時間あたりの降水量を積算したもの

草剤であることから、大和川流域のゴルフ場由来である可能性が高い。大和川流域にあるゴルフ場は、奈良県に19箇所、大阪府に6箇所の合計25箇所あり、これらのゴルフ場に散布されたプロピサミドが8月14日の降雨によって流出してきたのではないかと図5から示唆される。図4に示した殺虫剤は、はっきりとしたピークが見られていないことから、殺虫剤が様々な場所で不定期、継続的に散布されていると推定できる。

(4) 農業と水質一般項目との関係

沼辺らの研究¹⁵⁾によると、農業が降雨の影響を受けるのは降雨があつてから数時間から1日までという報告がなされている。そこで気象庁による堺市の降水量データを用いて、採水日前日午前10時から採水日当日の午前10時までの1時間あたりの降水量を積算して図4と図5に示した。

図4、図5から6月15日と8月14日に濃度のピークを持つ農薬が多かったことがわかる。また、降水量が比較的多いときに農薬の濃度はピーク値を示さず、しばらく晴れの日が続いた後、比較的小さい(5mm~15mm)降雨の日に濃度が高くなることもわかる。これは、水田用の除草剤(芝地用除草剤であるプロピサミドを除く)、殺菌剤は農地での使用量が多く、また散布時期が決まっているため、少量の雨でも農薬が散布された直後であるならば、農薬の河川流出量が多くなると考えられる。実際、6月15日と8月14日の先行晴天日数(調査時までの無

降雨日数)はそれぞれ21日と20日であり、6月15日と8月14日の降雨強度はそれぞれ5mm以下、15mm程度であった¹¹⁾。そして降雨量は1mm~5mmでも、降雨により河川流量が増加することから¹⁵⁾1~数時間後に河川流量の増加によって農薬の河川流出量が増加したと推定できる。

次に検出された10種類の農薬とSS、S-COD、T-COD、EC、降水量との相関関係を調べた。表5にそれぞれの農薬と一般項目の相関係数を示す。表5の降水量も図4、図5同様、採水日前日午前10時から採水日当日の午前10時までの堺における1時間あたりの降水量を積算したものを使用した。

表5から除草剤と殺菌剤は一般項目との相関が低いことがわかる。一方、殺虫剤であるフェノブカルブはSSとの相関係数が0.390であり、イソキサチオンは0.473、フェントロチオンは0.782と高く、フェントロチオンはT-CODと0.552、降水量と0.429と高い相関係数が得られた。

(5) 農薬の河川流下中の存在形態

図6に河川流下中の存在形態の割合を示す。今回検出された10種の農薬のうち、イソキサチオンは100%懸濁態として検出され他は溶存態として検出された。そのうち主に溶存態として検出されたものは殺虫剤のイソキサチオンを除く9種類であった。

除草剤のプロピサミドと、チオベンカーブ、殺菌剤のイソプロチオランは特に溶存態の比率が80%以上と大きく、他の農薬も溶存態の比率が50%以上、河川流下中の存在形態は溶存態であることがわかった。水溶解度が10mg/L以上であれば降雨によって液相に流出すると報告されている¹⁷⁾。表6に検出された農薬10種類の水溶解度を示す¹⁰⁾が、プロモブチドとイソキサチオンを除く農薬の水溶解度は10mg/L以上であることから河川水中でも溶存態の比率が高くなることが説明できる。一方、イソキサチオンは水溶解度が10mg/L未満であったため、溶存態として検出されなかったと推測される。しかしながら、プロモブチドは水溶解度が10mg/L未満であるにもかかわらず、溶存態の比率が70%以上の値を示した。この原因はプロモブチドの土壌吸着分配係数が低いためであると考えられる。すなわち佐藤ら¹⁸⁾の研究によれば、水田用の除草剤の中でプロモブチドは水溶解度が低いにもかかわらず流出率は大きかったと報告している。

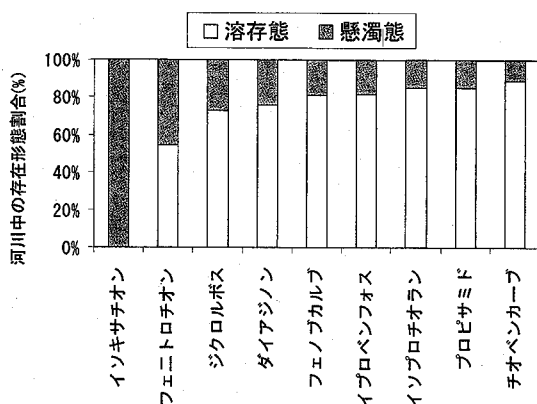


図6 河川水中の存在形態割合

表6 検出された農薬の水溶解度¹⁶⁾

農薬名	水溶解度(mg/L)
プロモプチド	3.54(25℃)
プロピサミド	15(20℃)
チオベンカルブ	28(25℃)
ジクロロボス	10000(20℃)
フェノブカルブ	420(20℃)
ダイアジノン	40(25℃)
フェニトロチオン	21(20℃)
イソキサチオン	1.9(25℃)
イソプロチオラン	48(20℃)
イプロベンフォス	1000(18℃)

また岸本ら¹⁹⁾の研究によれば、土壌吸着分配係数が低く水溶解度は高ければ水相へ移行し、逆に土壌吸着分配係数が高く水溶解度が低ければ底質へ土壌吸着する傾向にあると報告している。表7に各農薬の水溶解度と土壌吸着分配係数を示すが、水田で使われる農薬であるプロモプチドは、他の水田農薬と比較して水溶解度も土壌吸着分配係数も低いことから、河川水中では溶存態として存在する割合が高くなるものと考えられる。

一方、イソキサチオンはほぼ100%懸濁態として検出されたが表6から、イソキサチオンの水溶解度は1.9mg/Lであり、おそらく土壌吸着分配係数がプロモプチドよりもはるかに高く、ほとんどのイソキサチオンの成分が底質の土壌や懸濁物質に吸着していたからではないかと考えられる。

(6) 農薬汚染度の比較

現在、日本全国において農薬の河川流出問題は平準化しており、近畿圏でも水源として利用されている淀川を除く他の河川では本研究のような河川調査は行われていない。それゆえ比較対象河川を淀川とした。淀川へのデータは2005年のものを用いた²⁾。図7に各河川で検出された最高検出濃度を示す。図7において淀川における最高検出濃度はプロモプチドで0.62μg/L、チオベンカルブ

表7 農薬の水溶解度と土壌吸着分配係数¹⁹⁾

農薬	水溶解度(μg/L)	土壌吸着分配係数
ダイムロン	1.7	2.2
カフェンストロール	2.5	4.5
プロモプチド	3.5	0.3
メフェナセート	4	12.5
プレチラクロール	50	9.9
ペンフレセート	260	0.1
シメトリン	450	9.6
モリネート	900	1.9

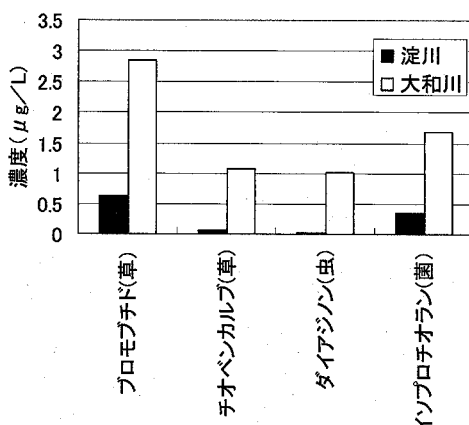


図7 各河川の最高農薬濃度

で0.06μg/L、ダイアジノンで0.03μg/L、イソプロチオランで0.35μg/Lであった。一方、大和川においてはそれぞれ2.86μg/L、1.09μg/L、1.02μg/L、および1.68μg/Lであり、大和川の濃度が1オーダーから2オーダー高いことがわかった。

4. まとめ

本研究では、大和川下流域において約9ヶ月の定点採水調査を行い、大和川における農薬流量の時間的変動、農薬濃度と水質一般項目との相関などを調べた。以下に本研究で得られた結論をまとめる。

- 1) 大和川で高い頻度で検出された農薬は、除草剤ではプロモプチドとプロピサミド、殺虫剤ではジクロロボス、フェノブカルブ、ダイアジノン、およびイソキサチオン、殺菌剤ではイソプロチオランとイプロベンフォスであった。
- 2) 比較的高い濃度で検出された農薬はプロモプチド(最高2.8μg/L)、プロピサミド(最高6.6μg/L)、イソプロチオラン(最高1.6μg/L)、イプロベンフォス(最高2.6μg/L)であったが、いずれも水質環境基準値を下回っていた。
- 3) 除草剤、殺菌剤では一般項目との相関は低かったが、殺虫剤では正の相関が得られた(相関係数0.4~0.8)。
- 4) 水溶解度が10mg/L以上であれば、おおむねどの農薬も土壌吸着分配係数が低く、水相へ移行し、溶存態の形態で流下した。

- 5) 大和川における最高検出濃度はプロモプチドで $2.86 \mu\text{g/L}$ 、チオベンカルブで $1.09 \mu\text{g/L}$ 、ダイアジノンで $1.02 \mu\text{g/L}$ 、イソプロチオランで $1.68 \mu\text{g/L}$ であり、淀川よりも1オーダーから2オーダー高いということがわかった。
- 参考文献
- (1) 海老瀬潜一、川村裕紀：淀川本川の高頻度提示調査と出水時調査による農薬流出評価，水環境学会誌 Vol.29, No.11, pp.41～pp.49, 2006
 - (2) 山口之彦、福島実：淀川における農薬流出負荷量の調査，第4回環境化学討論会講演要旨, pp.324～pp.395, 1995
 - (3) 奥村為男：大阪府河川(淀川、大和川、大川)の魚中の農薬及び化学物質調査 第4回環境化学討論会講演要旨, Vol.4, No.2, pp.490～pp.491, 1994
 - (4) 水戸部英子、田辺顕子、川田邦明、坂井正昭：空中散布による河川水中の農薬挙動，環境化学 Vol.7, No.3, pp.507～pp.513, 1997
 - (5) 木口倫、児玉仁、和田佳久、鈴木雄二、斎藤勝美：秋田県の河川水中の有機物質の検索とその四季変化，環境化学 Vol.8, No.2, pp.237～pp.249, 1998
 - (6) 津田泰三：河川及び湖沼の水及び魚類中の除草剤，環境化学 Vol.16, No.4, pp.567～pp.584, 2006
 - (7) 近藤秀治、福山龍次、劉愛民：石狩川水系における農薬の他成分同時分析とその季節変動，環境化学 Vol.1, No.2, pp.253～pp.266, 2001
 - (8) 田辺顕子、水戸部英子、川田邦明、坂井正昭：環境水中における農薬の粒子上物質への分配，環境化学 Vol.8, No.2, pp.227～pp.235, 1998
 - (9) 吉田光方子、藤森一男：河川水中における農薬の濃度，第14回環境化学討論会講演要旨, pp.674～pp.675, 2005
 - (10) 川崎悦子、中地重晴、市原真紀子、山田晴美：中国地方西部、九州地方、近畿地方の河川水および水道水中の農薬について，第14回環境化学討論会講演要旨, pp.672～pp.673, 2005
 - (11) 気象庁ホームページ <http://www.jma.go.jp>
 - (12) エコケミストリー研究会：各農薬の使用場所と使用密度，<http://env.safetyeng.bsk.ynu.ac.jp/ecocemi/>
 - (13) 藤原誠一、三木一克、海老瀬潜一：天野川における農薬の流出特性と流下過程での変化，第2回日本水環境学会シンポジウム講演集, pp.69, 1999
 - (14) 鳥取県病害虫防除所ホームページ，<http://www.jpnp.ne.jp/tottori>
 - (15) 沼辺明博：畑地施用農薬の降雨流出，第40回日本水環境学会年会講演集, pp.121, 2006
 - (16) 金沢純：農薬の環境毒性データ集，合同出版株式会社, 1996
 - (17) 金沢純：農薬の環境科学，合同出版株式会社, pp.142, 1992
 - (18) 佐藤三訓、川崎悦子、須戸幹：琵琶湖流域における水田群（白鳥川流域）からの除草剤の流出 第40回日本水環境学会年会講演集, pp.378, 2006
 - (19) 岸本淳一、須戸幹：一筆水田からの除草剤の流出特性とその要因に関する研究，第40回日本水環境学会年会講演集, p.377, 2006

(2007. 5. 25 受付)

The flow characteristics of pesticides in Yamato river

Yoichi OKUMURA¹, Akiko TSUJIMOTO¹, Yoshinori KANJO¹
and Satoshi MIZUTANI¹

¹Graduated School of Engineering, Osaka city university

Flow characteristics of pesticides in Yamato River are investigated from the survey of nine months at the downstream of the river. Ten kinds of pesticides in 16 targeted pesticides were detected. All pesticides were lower than the environmental standard value in Japan, although propizamid, a herbicide, was detected in comparatively high concentrations. Most of pesticides in the river existed in dissolved form. The fungicide and herbicides concentrations were not correlated with the concentrations of general water quality index. The maximum concentrations of bromobutide, benthocarb, diazinon and isoprotiholane in Yamato River were from one to two order higher than those of Yodo river.