

平成 25～27 年度厚生労働科学研究費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）
分担研究報告書

水道における水質リスク評価および管理に関する総合研究
- 化学物質・農薬分科会 -

| | | |
|-------|--------------|----------------------------|
| 研究代表者 | 松井 佳彦 | 北海道大学大学院工学研究科 |
| 研究分担者 | 浅見 真理 | 国立保健医療科学院 生活環境研究部 水管理研究領域 |
| | 西村 哲治 | 帝京平成大学 薬学部薬学科 |
| 研究協力者 | 相澤 貴子 | (公財)水道技術研究センター |
| | 渡部 祐介・田中 宏憲 | 千葉県水道局 水質センター調査課 |
| | 井上 剛 | 福岡県南広域水道企業団 施設部浄水場水質センター |
| | 江崎 智昭 | 神戸市水道局 事業部水質試験所 |
| | 鎌田 素之 | 関東学院大学 理工学部理工学科 |
| | 三枝 慎一郎 | 広島市水道局 技術部水質管理課 |
| | 桐山 秀樹 | 奈良県水道局 広域水道センター 水質管理センター |
| | 小坂 浩司 | 国立保健医療科学院 生活環境研究部 水管理研究領域 |
| | 佐藤 学 | 神奈川県衛生研究所 理化学部生活化学・放射能グループ |
| | 川上 夏紀・中村 美早紀 | 茨城県企業局 水質管理センター |
| | 西野 真之 | 八戸圏域水道企業団 水質管理課 |
| | 三浦 晃一 | 仙台市水道局 浄水部水質検査課 |
| | 高橋 英司 | 新潟市水道局 技術部水質管理課 |
| | 河村 裕之 | 神奈川県内広域水道企業団 水質管理センター |

研究要旨：

登録農薬原体数は平成 27 年 9 月現在 570 種類で、平成 16 農薬年度以降増加傾向にあり、平成 24 年 9 月から 37 原体増えている。10 年前と比べると除草剤は増加傾向にある。平成 26 農薬年度における農薬の用途別農薬製剤出荷量は殺虫剤：83,162t、殺菌剤：43,238t、殺虫殺菌剤：19,844t、除草剤：77,406t であった。登録農薬原体数が増えていることから FAMIC の農薬登録情報より 2007 年以降に我が国で新たに登録された農薬原体を抽出し 2009 年以降除草剤で、2013 年以降殺菌剤で、多くの新規農薬原体が登録されている。出荷量に関しては、除草剤であるプロスルホカルブとピラクロニルの出荷量が劇的に増えており、S-メトラクロール、テフリルトリオンの出荷量も増加の伸びが大きい。殺菌剤ではイソチアニル、殺虫剤ではクロラントラニプロールの出荷量が伸びており、これらの農薬類に関して水道水源となる流域における使用状況を踏まえ、監視の必要性について検討する必要がある。出荷量が多く、増加傾向のある農薬原体（平成 26 農薬年度の出荷量が 50t 以上、平成 21 農薬年度比で 20% 以上増加した農薬）として 13 農薬（ピラクロニル、プロパモカルブ塩酸塩、シアナジン、アラクロール、アトラジン、カーバムナトリウム塩、フェンメディファム、テブコナゾール、シハロホップブチル、ジラム、ピラゾレート、2,4-PA ジメチルアミン、プロマシル）が該当し、特に除草剤であるピラクロニルは平成 26 農薬年度の出荷量が 135t、平成 21 農薬年度比で 8 倍以上に出荷量が増えている。殺虫剤であるクロラントラニプロールは平成 21 農薬年度に販売が開始され、平成 26 農薬年度の出荷量が 44 t と急速に普及した浸透性殺虫剤である。

農薬の物性および毒性等のトレンドを明らかにするため昭和 62 年～平成 25 年度までの農薬製剤出荷量と各農薬製剤の農薬原体含有率から農薬原体出荷量を算出し、物性情報

との関係について考察した。出荷されている農薬の Kow が低い、すなわち水に溶解しやすい農薬の割合が増える傾向にあり、特に、除草剤でその傾向が顕著であり、殺菌剤でも Kow の低い農薬の割合が増えている。出荷されている農薬類全体では調査対象期間において ADI 別出荷量は大きく変化していないが、殺虫剤、殺菌剤では ADI が高い農薬の出荷量が減少し、ADI が低い農薬の割合が増加している。除草剤では ADI が高い農薬の割合が増えている。また、農薬製剤に含まれる農薬原体数に関しては、殺虫剤、殺菌剤、殺虫殺菌剤は 1 もしくは 2 種の農薬原体を含む農薬製剤が主であるが、除草剤は 3, 4 種類の農薬原体を含む製剤の数が増加しており、より多機能な除草剤が増えていることが示唆された。

平成 25～27 年度は全国 14 水道事業体（八戸圏域水道企業団、仙台市、茨城県、千葉県、東京都、埼玉県、神奈川県、神奈川県内広域水道企業団、新潟市、奈良県、大阪市、神戸市、広島市、福岡県南広域水道企業団）で実施された農薬実態調査結果を集計し、検出された農薬についてとりまとめた。河川水で 74 種、原水 101 種、浄水 60 種の農薬が検出された。監視農薬のカテゴリーでは河川水では対象農薬リスト掲載農薬（以下対象農薬）が 54 種、原水では 72 種、浄水では 42 種が該当し、農薬の用途別では除草剤が最も多く、河川水で 38 種、原水は 51 種、浄水は 30 種であった。検出指標値に関しては最大で河川水が 0.63、原水が 0.76、浄水が 0.14 であった。

平成 25～27 年度は原水では、検出最大濃度が $1\mu\text{g/L}$ を超えた農薬は 19 種類（プロモブチド、チウラム、ハロスルフロンメチル、グリホサート、ピラゾスルフロンエチル、モリネート、ベンタゾン、ピロキロン、ダイムロン、ジノテフラン、シメトリン、メトミノストロピン、アミノメチルリン酸（AMPA）、プレチラクロール、イソキサチオンオキソン、フルトラニル、イマゾスルフロン、イプロベンホス（IBP）、クミルロン）であり、このうちメトミノストロピン、クミルロン、MCPA は農薬分類の見直しで対象農薬に加わった農薬である。

浄水では、検出最大濃度が $0.2\mu\text{g/L}$ を超えた農薬が 14 種類（プロモブチド、ダラボン、アミノメチルリン酸、ベンタゾン、メトミノストロピン、ピロキロン、フェニトロチオン、ブタクロール、プレチラクロール、ピラゾスルフロンエチル、ピラクロニル、プロモブチドデプロモ、フルトラニル、ジノテフラン）であり、メトミノストロピン、ブタクロール、ピラゾスルフロンエチル、ピラクロニル、クミルロンは新たに対象農薬に加えられた農薬であった。

水稻適用農薬であるテフリルトリオンは、他の農薬と比べ高い濃度で検出されており、加えて ADI から算出した目標値（ $2\mu\text{g/L}$ ）を用いると他の農薬と比べてもかなり高い個別農薬評価値を示している。また、河川水、原水だけでなく、活性炭処理水等の工程水からも原水と同程度の濃度レベルで検出されており、通常の粉末活性炭の添加量では十分に除去されないことが示された。また、最近の調査では、浄水からテフリルトリオンは検出されなかった。

テフリルトリオンを塩素処理した結果、分子式として $\text{C}_{14}\text{H}_{17}\text{ClO}_6\text{S}$ を持つ物質が生成することが示唆され、この物質は農薬評価書にテフリルトリオンの分解物 B として報告のある 2-chloro-4-methyl-3-[(tetrahydro furan-2-yl-methoxy) methyl] benzoic acid（以下分解物 B）であった。テフリルトリオンは水田で使用される 4 月後半から 6 月にかけて、他の農薬と比べても比較的高い濃度で検出され、ADI が低いことから個別農薬評価値が高く、水道水源における監視の必要性が特に高い事が示された。また、テフリルトリオンは水環境中で分解し、分解物 B を生成するが、その量が僅かであり、浄水処理の塩素処理によってほぼ全てが分解物 B に変化することが確認された。加えて、通常の粉末活性炭処理ではテフリルトリオンの十分な除去は期待できず、塩素処理によって生成した分解物 B が一定の濃度で蛇口水から検出されることが確認された。

全国を 10 地域及び都道府県に分けて、検出可能性指標値に基づいて、検出のおそれのある農薬を地域または都道府県ごとに選定し、地域スケールによる有効性の違いを検討した。その結果、地域別に傾向が異なり、地域別に分類した方が、検出率が高いことが明らかとなった。また、検出率は農薬の測定回数と相関性があることが明らかとなった。また、基準改正後の農薬測定結果を用いて都道府県別の農薬測定リストを検証した結果、リストに掲載された農薬の多くが実際に検出されており、その妥当性が示された。

アセタミプリド、イミダクロプリド、チアクロプリド、ニテンピラム、チアメトキサム、ジノテフラン、クロチアニジンの塩素処理生成物抽出物の PC12 細胞に対する結果では、細胞致死作用を及ぼす恐れはみられなかった。一方、神経系に分化した PC12 細胞に対する結果では、ジノテフランおよびクロチアニジンの原体及び塩素処理生成物抽出物においては、一部の曝露条件で細胞致死毒性を示す恐れが示された。テフリルトリオンとメソトリオン及びそれらの塩素処理生成抽出物は、細胞致死毒性、細胞膜傷害による致死毒性を示すことはない判定された。

これまで水質事故の原因となった化学物質について、リスト化を行ない、水源の情報収集や事故防止対策を図るべき物質として、ヘキサメチレンテトラミン、臭化物等の消毒副生成物前駆物質に加え、シクロヘキシルアミン、3,5-ジメチルピラゾール、フェノール類、硫酸アミド等塩素との反応性が高く、分解物や異臭の原因となる物質、塩素酸・過塩素酸などの陰イオン、界面活性剤・油等活性炭に吸着しやすい物質が、浄水処理困難化学物質及びそれに準じて扱う物質として指定される元となった。

水中の化学物質の検出状況を調査したところ、水道水の水質基準項目に関して浄水で、ヒ素、フッ素、ホウ素、塩素酸、ジクロロ酢酸、トリクロロ酢酸で、検出濃度と基準値の比の中央値が 1/10 を超えており、ホウ素については 1 を超えている値がある。水質管理目標設定項目については、ウランと抱水クロラールにおいて検出濃度と目標値の比の中央値が 1/10 を超えており、ウランについては目標値を超えている場合がある。要検討項目については、環境水において、モリブデン、エピクロロヒドリン、塩化ビニルにおいて検出濃度と目標値の比の中央値が 1/10 を超えており、注意が必要である。また、仮の評価値を用いた評価では、4 点であるもののヒドラジンにおいて検出濃度が仮の評価値に近い地点があった。

ヘキサメチレンテトラミンの最大濃度は、検出濃度と仮の評価値の比が 1 以上を示しており、検出濃度が高い場合がある物質であった。トリメチルアミンについても検出事例があった。

PRTR 対象物質については、あくまでも仮の評価値との比であるが、1,2-エポキシプロパン（酸化プロピレン）の検出濃度と仮の評価値の比が高く 75% 値が 1 を超えていた。また、アクリロニトリル、コバルトについても検出濃度と仮の評価値の比が 1/10 を超える場合があった。

A. 研究目的

水道水源で使用される化学物質・農薬の状況を把握し、水道の水質管理の向上に資するため、実態調査を実施し、検出傾向の解析を行った。特に水源となる流域に開放的に使用される化学物質として量が多い農薬について重点的に解析を行う。

水田使用の農薬と非水田使用の農薬の出荷量を算出し、それぞれの出荷量に基づく検出

可能性を表す指標を作成するとともに、より効率的な監視農薬の選定方法を検討した。

また、近年の使用量の増加しているネオニコチノイド系農薬やトリケトン農薬について、実態調査に関する検討、実態調査、浄水処理性に関する検討、様々な反応生成物を含むバイオアッセイ手法に関する検討を行った。

農薬以外の化学物質については、過去の事故事例等の情報収集を行い、検出状況に関し

で検討を行うと共に、化学物質の管理のあり方について提案を行う。

B. 研究方法

1) 農薬の使用量推移等に関する検討

我が国における農薬使用実態に関する統計情報は(社)日本植物防疫協会が出版する農薬要覧にまとめられている。これまで農薬要覧の発刊後、記載されている都道府県別農薬製剤出荷量と各農薬製剤の原体含有率から都道府県別の農薬原体出荷量の算出を行い、水道水源における監視農薬の選定の基礎資料を作成してきた。

農薬要覧に記載されている農薬製剤別都道府県別出荷数量と登録農薬情報(農薬製剤に含まれる農薬原体の種類と割合)から農薬原体別都道府県別出荷量を算出した。

また、昭和62年~平成26年度までの農薬製剤出荷量と各農薬製剤の農薬原体含有率から農薬原体出荷量を算出し、物性情報との関係について考察した。具体的には、農薬要覧で原体出荷量を算出できた608農薬原体に関して、調査期間において年間10t以上の出荷量があった農薬を抽出し、NIHSが公開しているADIに関するデータベースもしくは厚生労働省が示している水道における目標値から逆算ADIが明らかになった336農薬原体について物性情報をUSEPAが公開しているEPISuiteを用いて物性情報を算出した。これらの農薬に関して、出荷量とADI、Kow、生分解の変化について調査した。

2) 農薬類実態調査結果の解析

分科会及び協力の14水道事業体の実態調査結果から農薬検出濃度、検出頻度及び検出指標値(Σ値)の集計を行った。

3) 各水道事業体における農薬実態調査の解析

農薬類の測定結果について、各地域での使用状況、土地利用状況、用途、天候等により検出状況の考察を行った。

4) 水道統計を用いた農薬の経年的検出状況

農薬の経年的な検出状況を把握するために、出荷量以外に、平成21~23年度の水道統計を用いて、農薬類の検出状況を解析した。値の精査が必要と考えられた場合は、電話等により聞き取りを行った。

5) 用途別出荷量、分解性等による検出可能性に関する検討

各農薬の検出可能性指標値の算定には、農薬出荷量、目標値GV、降水量及びスコア値を用い、水田用とそれ以外(以下、畑地農薬という)に分けて以下のとおり算定した。

・水田農薬の検出可能性指標値($\text{ton}/(\mu\text{g/L})/\text{km}^3$) = 水田農薬出荷量(ton) $\times 10$ (スコアY + スコアZ - 6) \div GV($\mu\text{g/L}$) \div 降水量(km^3)

・畑地農薬の検出可能性指標値($\text{ton}/(\mu\text{g/L})/\text{km}^3$) = 畑地農薬出荷量(ton) \div GV($\mu\text{g/L}$) \div 降水量(km^3)

農薬出荷量及び降水量は、流域を考慮した地域単位(全10地域)または都道府県単位で設定した。農薬の検出実績はH19~H22年度(4ヶ年)の水道統計(水質編)13)-16)及び厚生労働科学研究・農薬分科会における収集データ(旧2群,旧3群の測定結果)によった。

また、測定農薬を選定するための検出可能性指標値を用いて、河川流域を考慮した全国の10地域または都道府県ごとに検出のおそれのある農薬を抽出し、地域スケールによる有効性の違いを検討した。また、基準改正後の農薬測定結果を用いて、都道府県別リストの有効性を評価した。

6) 新規農薬の実態調査と浄水処理性に関する検討

神奈川県河川流域11ヶ所を対象に、ネオニコチノイド系農薬の実態調査を行い、変動等に関する考察を行った。

7) 新規農薬の実態調査

神奈川県主要な水源である相模川流域の10地点において、年20回ネオニコチノイド系農薬等の実態調査を行った。

8) 新規農薬の安全性評価手法に関する検討

ネオニコチノイド系殺虫剤であるアセタミプリド、イミダクロプリド、チアクロプリド、ニテンピラム、チアメトキサム、ジノテフラン、クロチアニジンについて、ラット副腎髄質褐色腫から単離して株化されたPC12細胞を用いて、細胞影響評価を行った。

9) 水質事故原因物質に関する検討

規制項目以外の化学物質等について、水質事故事例などの収集を行い、水質事故の原因

となった化学物質の特性等について考察を行った。

C．研究結果及びD．考察

1)農薬の使用量推移等に関する検討

我が国における農薬の製造量，出荷量は農林水産省が登録した各農薬メーカーからデータの提供を受け，(社)日本植物防疫協会が農薬要覧として年度毎に出版しているものが唯一の統計資料である。最新の農薬要覧 2015 に記載されている平成 26 農薬年度（平成 25 年 10 月～平成 26 年 9 月）における農薬製剤出荷量は 23.6 万 t であった。農薬の出荷量は平成元年以降，減少を続けてきたが，平成 25 農薬年度にはじめて増加に転じたが，平成 26 農薬年度とほぼ同量であった。平成 26 農薬年度における農薬の用途別農薬製剤出荷量は殺虫剤：83,162t，殺菌剤：43,238t，殺虫殺菌剤：19,844t，除草剤：77,406t であった。平成元年比で見ると，殺虫剤 46%，殺菌剤 44%，殺虫殺菌剤 33%，除草剤 52% であり，平成 16 農薬年度比では殺虫剤 80%，殺菌剤 70%，殺虫殺菌剤 68%，除草剤 110% となり，平成元年と比べると約 1/3～1/2 まで減少しているが，10 年前と比べると除草剤は増加傾向にある。

登録農薬原体数は平成 27 年 9 月現在 570 種類で，平成 16 農薬年度以降増加傾向にあり，平成 24 年 9 月から 37 原体増えている。平成元年以降の用途別農薬原体出荷量と登録農薬原体数の推移を図 1 に示す。登録農薬原体数が増えていることから FAMIC の農薬登録情報より 2007 年以降に我が国で新たに登録された農薬原体を抽出し，用途別に表 1 に示した。また，これらの農薬原体の平成 20 農薬年度～平成 26 農薬年度の出荷量の推移を用途別に図 2～4 に示す。2009 年以降除草剤で，2013 年以降殺菌剤で，多くの新規農薬原体が登録されていることが分かる。出荷量に関しては，除草剤であるプロスルホカルブとピラクロニルの出荷量が劇的に増えており，S-メトラクロール，テフリルトリオンの出荷量も増加の伸びが大きい。殺菌剤ではイソチアニル，殺虫剤ではクロラントラニリプロールの出荷量が伸びており，これらの農薬類に関して水道水源となる流域における使用状況を踏

まえ，監視の必要性について検討する必要がある。一方，2012 年以降 12 種類の農薬原体が失効している。失効農薬と失効日，過去 5 年出荷量を表 2 に示す。特に DDVP，ポリカーバメイトはかなり出荷量が多い農薬であったが失効している。これ以外の個別の農薬原体に関して，平成 26 農薬年度出荷量が 100t 以上あった農薬原体は 68 原体であったが，これには石灰窒素や消石灰等も含まれているおり，水道水源において農薬として監視すべき合成化学物質は 55 種類であった。中でも 1000t 以上と特に出荷量が多い農薬原体は D-D，クロルピクリン，ダゾメット，グリホサートカリウム塩，マンゼブ，グリホサートイソプロピルアミン塩の 6 種であり，これまで大きく変わっていない。出荷量が多く，増加傾向のある農薬原体（平成 26 農薬年度の出荷量が 50t 以上，平成 21 農薬年度比で 20% 以上増加した農薬）として 13 農薬（ピラクロニル，プロパモカルブ塩酸塩，シアナジン，アラクロール，アトラジン，カーバムナトリウム塩，フェンメディファム，テブコナゾール，シハロホップブチル，ジラム，ピラゾレート，2,4-PA ジメチルアミン，プロマシル）が該当し，特に除草剤であるピラクロニルは平成 26 農薬年度の出荷量が 135t，平成 21 農薬年度比で 8 倍以上に出荷量が増えている。また，出荷量の増加が著しい農薬（平成 26 農薬年度の出荷量が 10t 以上，平成 21 農薬年度比で出荷量が倍増した農薬）として 12 農薬（クロラントラニリプロール，ペンチオピラド，ピメトロジン，ピラクロニル，メタラキシル M，アミスルプロム，クロルメコート，テトラピオン，プロパモカルブ塩酸塩，エチプロール，カルブチレート，シアナジン）が該当し，特に殺虫剤であるクロラントラニリプロールは平成 21 農薬年度に販売が開始され，平成 26 農薬年度の出荷量が 44 t と急速に普及した浸透性殺虫剤である。これ以外にも殺虫剤であるピメトロジン，殺菌剤であるプロパモカルブ塩酸塩，殺虫剤であるエチプロール，除草剤であるカルブチレート，シアナジンに関しては出荷量が増加していることから，今後の出荷動向や使用実績を注視する必要がある。また，出荷量の減少が著しい農

薬（5年前の平成21農薬年度の出荷量が10t以上、平成21農薬年度比で平成26農薬年度の出荷量が半分以下）として18農薬（メトラクロール、エチルチオメトン、ホサロン、DEP、ジクロシメット、レナシル、グリホサートアンモニウム塩、ピラゾスルフロンエチル、ブトルアリン、メタラキシル、DCBN、ベスロジン、シクロスルファミロン、クロメプロップ、IBP、メタアルデヒド、クレソキシムメチル、イミノクタジンアルベシル酸塩）が該当した。一例とし、メトラクロールは新しくメトラクロールSが登録されたことによりメトラクロールの出荷量が減少していた。

2) 農薬類実態調査結果の解析

平成25～27年度は全国14水道事業体（八戸圏域水道企業団、仙台市、茨城県、千葉県、東京都、埼玉県、神奈川県、神奈川県内広域水道企業団、新潟市、奈良県、大阪市、神戸市、広島市、福岡県南広域水道企業団）で実施された農薬実態調査結果を集計し、検出された農薬についてとりまとめた。各水道事業体の測定農薬はこれまでの測定実績に加えて、各流域での農薬の使用実績や出荷実績に基づき選定されている。

調査結果の概要を表3に示す。実態調査では、河川水で74種、原水101種、浄水60種の農薬が検出された。監視農薬のカテゴリーでは河川水では対象農薬リスト掲載農薬（以下対象農薬）が54種、原水では72種、浄水では42種が該当し、農薬の用途別では除草剤が最も多く、河川水で38種、原水は51種、浄水は30種であった。検出指標値に関しては最大で河川水が0.63、原水が0.76、浄水が0.14であった。これまでの実態調査における検出指標値の推移と平成25～27年の実態調査における検出指標値を図8、9に示す。

個別の農薬に関しては、平成25～27年度の実態調査における原水、浄水別の最大検出濃度上位農薬、最大個別農薬評価値上位農薬、積算検出濃度上位農薬、算個別農薬評価値上位農薬を表4～11示す。

原水では、検出最大濃度が1μg/Lを超えた農薬は19種類（プロモブチド、チウラム、ハロスルフロンメチル、グリホサート、ピラゾスルフロンエチル、モリネート、ベンタゾン、

ピロキロン、ダイムロン、ジノテフラン、シメトリン、メトミノストロピン、アミノメチルリン酸（AMPA）、プレチラクロール、イソキサチオンオキシロン、フルトラニル、イマゾスルフロン、イプロベンホス（IBP）、クミルロン）が該当し、このうちメトミノストロピ、クミルロン、MCPAは農薬分類の見直しで対象農薬に加わった農薬である。これ以外にもブタクロールが新たに対象農薬に加わった農薬で上位にランクされた。個別農薬評価値では最大値が0.1以上を示した農薬が9種類（モリネート、テフリルトリオン、チウラム、イソキサチオンオキシロン、フェニトロチオン、フェンチオンスルホンオキシロン、フィプロニル、プロモブチド、カルボフラン（カルボスルファン代謝物））が該当した。上位にランクした農薬のうちMCPA、クミルロン、シアナジン、ピラクロニル、ピラゾスルフロンエチル、メトミノストロピンは新たに対象農薬に加わった農薬である。積算検出濃度では、プロモブチド、ベンタゾン、ピロキロン、アミノメチルリン酸（AMPA）、モリネート、プレチラクロール、ダイムロン、イソプロチオラン（IPT）、シメトリン、メフェナセットが高い値を示した。積算検出濃度ではモリネート、テフリルトリオン、プロモブチド、カフェンストロール、フェニトロチオン、フィプロニル、ピロキロンが高い値を示した。

浄水では、検出最大濃度が0.2μg/Lを超えた農薬が14種類（プロモブチド、ダラポン、アミノメチルリン酸、ベンタゾン、メトミノストロピン、ピロキロン、フェニトロチオン、ブタクロール、プレチラクロール、ピラゾスルフロンエチル、ピラクロニル、プロモブチドデプロモ、フルトラニル、ジノテフラン）が該当し、メトミノストロピン、ブタクロール、ピラゾスルフロンエチル、ピラクロニル、クミルロンは新たに対象農薬に加えられた農薬である。個別農薬評価値が0.01を超えた農薬は13種類（フェニトロチオン、フェニトロチオンオキシロン、テフリルトリオン分解物、プロモブチド、ピラクロニル、カルボフラン、ダラポン、メトミノストロピン、カフェンストロール、ピロキロン、ブタクロール、フィプロニル）が該当し、ピラクロニル、メトミ

ノストロピン，ブタクロールが新たに対象農薬に加えられた農薬である。積算検出濃度ではプロモブチド，ベンタゾンが比較的高い値を示しており，積算個別農薬評価ではプロモブチド，フェニトロチオン，カフェンストロール，ピロキロン，ベンタゾンが比較的高い値を示した。

測定対象農薬が見直されて一定の時間が経過し，新たに対象農薬に加えられた農薬類が上位にランクされ，対象農薬の見直しの効果が認められるが，新しく登録され，出荷量も増えているテフリルトリオンは監視農薬の分類されていないが他の農薬と比べても原水におけるリスクが高いことが示された。

3)水道統計を用いた農薬の経年的検出状況

水道統計を用いて，全国の水道事業の農薬類の検出状況について，経年的な傾向について評価したところ，平成 21～23 年度の 3 ヶ年度については，年度によって大きな傾向の違いは認められなかった。複数年の結果を見ることで，農薬類が検出されている水道事業のうち，約 1/3 で毎年度農薬が検出されているが，その他は年度により必ずしも検出されていないことが分かった。検出された水道事業体が多かった農薬類は，この分科会と農薬の詳細データを提供した協力 14 事業体のデータとほぼ同様の検出農薬であったが，ベンタゾンは H21，H23 の検出水道事業体数上位 10 位以内に入っていなかった。

4)新規農薬の実態調査とテフリルトリオンの検出実態

神奈川県内における農薬の検出数を図 10 に，亀甲橋における連続測定の場合の個別評価値の推移を図 11 に示した。神奈川県内の水稲適用の除草剤で近年出荷量が増加している農薬の一つであるテフリルトリオンの寄与が非常に多いことが分かる。農薬要覧 2013（日本植物防疫協会）から算出した年間出荷量は 54t であり，このうち神奈川県における出荷量は 0.1t と非常に少ない。これらの結果を見ると，出荷量では新潟県，山形県，秋田県，岩手県での出荷量が多く，西日本では比較的低い出荷量が少なく，東日本の稲作が盛んな地域で出荷量が多い傾向が認められた。プロマシルは非農耕地適用の除草剤であり，農薬要覧

2013（日本植物防疫協会）から算出した年間出荷量は 78t である。今回の調査から鶴見川流域においては降雨量と検出濃度に一定の関係が見られることから，河川敷や公園等での散布後の降雨の影響が考えられる。農薬要覧 2013 の都道府県別の出荷量では神奈川県における出荷量は比較的多いが，新潟県，群馬県，茨城県では調査の必要が高いと考える。プロマシルは比較的古い農薬であるため食品安全委員会が実施している ADI の審議や環境省が実施している水産動植物の被害防止に係る農薬登録保留基準の評価の対象となっていない。非農耕地適用のため使用用途が限定されるが全国的に検出実態を把握して，対応を検討する必要があると考える。

平成 27 年度の成果として，これまでの農薬実態調査によって得られたテフリルトリオンの検出実態を図 12 に示す。テフリルトリオンは昨年度調査よりは検出濃度は低いものの，他の農薬と比べ高い濃度で検出されており，加えて ADI から算出した目標値（2μg/L）を用いると他の農薬と比べてもかなり高い個別農薬評価値を示している。また，河川水，原水だけでなく，活性炭処理水等の工程水からも原水と同程度の濃度レベルで検出されており，通常の粉末活性炭の添加量では十分に除去されないことが示された。また，今年度の調査では，浄水からテフリルトリオンは検出されなかった。

テフリルトリオンの塩素処理性に関する結果， $C_{14}H_{17}ClO_6S$ を持つ物質が生成することが示唆され，この物質は農薬評価書にテフリルトリオンの分解物 B として報告のある 2-chloro-4-methyl-3-[(tetrahydrofuran-2-yl-methoxy) methyl] benzoic acid（以下分解物 B）であると推察された。分解物 B の標準品を入手できたことから，同様の分析条件で得られた MS スペクトルからテフリルトリオンを塩素処理することで分解物 B が生成されることが確認された。室内実験より，テフリルトリオンは塩素処理によりほぼ全てが分解物 B へ変化し，浄水中に存在することが推察された。

この結果に基づき，一部の水道事業体において浄水及び蛇口水中のテフリルトリオンおよび分解物 B の実態調査を行った。分解物 B

の分析方法はテフリルトリオンと同様の前処理方法および LC/MS-MS による分析方法において、十分な回収率と定量性が確認されたことからテフリルトリオン及び他の農薬類との一斉分析を行い、定量した。関連する H27 年度における河川水、原水および浄水中のテフリルトリオンおよび分解物の B の調査結果を図 13 に示す。図 13 に示した通り、浄水中ではテフリルトリオンが原水及び河川水から検出される 5 月～6 月にかけて、原水中のテフリルトリオンとほぼ同じ濃度レベルで分解物 B が検出されていることが確認された。

今回の研究より、水稻適用農薬であるテフリルトリオンは水田で使用される 4 月後半から 6 月にかけて、他の農薬と比べても比較的高い濃度で検出され、ADI が低いことから個別農薬評価値が高く、水道水源における監視の必要性が特に高い事が示された。また、テフリルトリオンは水環境中で分解し、分解物 B を生成するが、その量が僅かであり、浄水処理の塩素処理によってほぼ全てが分解物 B に変化することが確認された。加えて、通常の粉末活性炭処理ではテフリルトリオンの十分な除去は期待できず、塩素処理によって生成した分解物 B が一定の濃度で蛇口水から検出されることが確認された。

このように登録からそれほど期間が経っていないにも関わらず、急速に普及する農薬が存在することから新規登録に農薬に関してはその動向を注視する必要がある。また、農薬登録の段階では塩素処理性についての評価は行われていないためテフリルトリオンの様に塩素処理により比較的安定で浄水中でも存在する物質に容易に変化することも示された。

5) 相模川水系のネオニコチノイド系農薬等調査

相模川水系におけるネオニコチノイド系農薬等 10 物質(アセタミプリド、イミダクロプリド、クロチアニジン、ジノテフラン、チアクロプリド、チアメトキサム、ニテンピラム、テブコナゾール、プロマシル、テフリルトリオン)の実態調査を行った。調査期間中、10 物質すべてが検出された。テブコナゾールは春季から夏季にかけては検出率が低く、検出されても低濃度であったが、秋季以降、冬季

に入ってから複数の河川で濃度が上昇した。テフリルトリオンは水道水の目標値に対して高い濃度で検出され、プロマシルは多くの採水地点で調査期間中継続して検出された。

塩素処理におけるネオニコチノイド農薬等の変化を図 14 に示す。ニテンピラム、テフリルトリオンはすみやか、プロマシルは緩やかに分解することが確認された。その他の 7 農薬は塩素処理の前後で濃度に大きな変化はみられなかった。

6) 用途別出荷量、分解性等による検出可能性に関する検討

水田農薬及び畑地農薬の検出可能性指標値と検出結果との関係を求め、水田、畑地のそれぞれの検出可能性指標値に、検出有無の閾値を設け、測定基準値とした。検出効率(「基準線以上の検出農薬数」÷「基準線以上の全農薬数」)は、地域版、都道府県版ともに 84% (= 70/83) で、両者に差はなかった。

さらに、検出可能性指標値に基づいて選定した対象農薬リスト掲載農薬類における地域ごとの測定対象農薬を求めた。120 項目の内、地域によっては半数以上が検出のおそれが低いことがわかった。各都道府県の測定対象農薬は最小 48 から最大 94 の範囲であり、さらに同一地域内であっても都道府県によって検出のおそれが高い農薬数は異なっていた。

都道府県において 検出可能性指標値の高い農薬が実際に検出されているかを確認するため、基準線以上の農薬数に対する「検出なし」の農薬数の割合(非検出率)を都道府県ごとに算出した。このとき 基準線としては、各農薬を「検出あり」の県における最大値でプロットした検出可能性指標値と検出実績との関係図に対して、新たに検出効率が 100% となる基準線を設定した。

非検出率が 100%、すなわち、基準線以上の農薬がすべて非検出となっている県が 6 県あった(山梨、富山、福井、山口、愛媛、熊本)。富山県では非検出率が 100% であるが、千葉県では非検出率が最小の 39% であった。富山県では、指標値が基準線以上であっても測定自体が実施されていない農薬もあったが、指標値が基準線以上の農薬の内、そのほとんどは測定実績があったが実際には検出されて

いなかった。

実際の都道府県別の検出率は、最大で 62% (千葉県)にとどまり、多くの都道府県で検出率が 50%を下回っていた。このうち、検出率が 0%、すなわち、基準線以上の農薬がすべて非検出となっている県が 6 県あった(山梨、富山、福井、山口、愛媛、熊本)。

各地域または各都道府県において、検出可能性指標値の高い農薬が実際に検出されているかを確認するため、基準線以上で実際に測定された農薬数に対する「検出あり」の農薬数の割合(検出率)を地域及び都道府県ごとに算出した。このとき、基準線としては、各農薬を「検出あり」の地域または県における最大値でプロットした検出可能性指標値と検出実績との関係図に対して、検出効率(「基準線以上の検出農薬数」÷「基準線以上の全農薬数」)が 100%となる基準線を設定した(図 15)。

地域別の検出率は、最大で 70%(関東)であり、半数の 5 地域で 50%を超えている。一方、北陸や沖縄は 30%を下回っており、地域によって検出率に差が生じている。

都道府県別の検出率は、最大で 62%(千葉県)にとどまり、多くの都道府県で検出率が 50%を下回っていた(図 15)。このうち、検出率が 0%、すなわち、基準線以上の農薬がすべて非検出となっている県が 6 県あった(山梨、富山、福井、山口、愛媛、熊本)。

図 16 に、地域別の検出率と測定回数との関係を示す。地域別では両者の間に相関がみられ($R=0.749$)、測定回数が多い地域ほど、検出率が高くなる傾向があった。

7)新規農薬の安全性評価手法に関する検討

アセタミプリド、イミダクロプリド、チアクロプリド、ニテンピラム、チアメトキサム、ジノテフラン、クロチアニジンの各原体の最大設定濃度の 1mg/mL 以下、およびそれぞれの 3 時間塩素処理生成物、6 時間塩素処理生成物および 24 時間塩素処理生成物の抽出物濃度が 1mg/mL に相当する濃度以下のいずれの濃度についても、本検討の PC12 細胞に対する結果では、細胞致死作用を及ぼす恐れはみられなかった。一方、神経系に分化した PC12 細胞に対する結果では、ジノテフランお

よびクロチアニジンの原体及び塩素処理生成物抽出物において、一部の曝露条件で細胞致死毒性を示す恐れが示された。

テフリルトリオンとメソトリオン及びそれらの塩素処理生成抽出物は、ミトコンドリアのエネルギー生成系に影響を及ぼして細胞致死毒性を及ぼす作用はないと判断した。さらに、細胞膜傷害により致死毒性を示すことはないかそのおそれは少ないと判断された。

8) 水質事故事例、環境中の検出物質に関する検討

これまで水質事故の原因となった化学物質について、リスト化を行ない、水源の情報収集や事故防止対策を図るべき物質として、アミン系のヘキサメチレンテトラミン、塩素と反応して消毒副生成物を生成する臭化物等の消毒副生成物前駆物質に加え、アミン系のシクロヘキシルアミン、窒素環化合物の 3,5-ジメチルピラゾール、フェノール類、硫酸アミド等塩素との反応性が高く、分解物や異臭の原因となる物質、塩素酸・過塩素酸などの陰イオン、界面活性剤・油等が挙がり、浄水処理困難化学物質及びそれに準じて扱う物質として指定される元となった。

化学物質の検出状況について検討したところ、1,2-エポキシプロパン(酸化プロピレン)、アクリロニトリル、ヘキサメチレンテトラミン、ヒドラジン等の検出濃度が仮の評価値に比べて高かった。化学物質の基礎情報と検出状況についてデータベースを作成し、インターネットで公表できるようにした。

E. 結論

1) 農薬の使用量推移等に関する検討

農薬の出荷量はこれまで減少を続けてきたが、平成元年以降はじめて増加に転じた。平成元年比で見ると、殺虫剤 46%、殺菌剤 44%、殺虫殺菌剤 34%、除草剤 51%であり、前年比では殺虫剤 1%、除草剤 6%、全体では 1%の増加となっている。登録農薬原体数は平成 26 年 3 月現在 561 種であり、増加傾向にある。親水性の除草剤の割合が増加していることなど、物性に着目した出荷量の傾向を把握した。

昭和 62 年～平成 25 年度までの農薬原体出荷量と、物性情報との関係について考察した

ところ、ADI 別出荷量は大きく変化していないが、殺虫剤、殺菌剤では ADI が低い農薬の割合が増加し、除草剤では ADI が高い農薬の割合が増えている。一方、Kow は低い、すなわち水に溶解しやすい農薬の割合が増えている傾向にあり、特に、除草剤でその傾向が顕著であり、殺菌剤でも Kow の低い農薬の割合が増えていることが分かった。

2) 農薬類実態調査結果の解析

分科会及び協力の 14 水道事業体の実態調査結果では、分解物、酸化物を含め合計 285 種類の農薬がモニタリングされ、原水 83 種、浄水 34 種の農薬が検出された。測定農薬数は昨年度の 213 種類と比べ大幅に増加しているが、検出農薬数は昨年と同数の 88 種、浄水 28 種と比べ大きく変化していなかった。

平成 26 年度の実態調査において、原水では、検出最大濃度が 1 μ g/L を超えた農薬はプロモブチド、モリネート、グリホサート、ダイムロン、メコプロップ、ベンタゾン、プロベナゾール、シメトリン、プレチラクロール、イソキサチオンオキソン、ブタクロール、フルトラニル、イマゾスルフロン、アミノメチルリン酸の 14 農薬であった。

浄水では、検出最大濃度が 0.1 μ g/L を超えた農薬はアミノメチルリン酸、プロモブチド、ベンタゾン、ダラボン(DPA)、ピロキロン、プレチラクロール、フルトラニル、テフリルトリオン、ピラクロニルの 9 農薬であった。個別農薬評価値が 0.01 を超えた農薬はテフリルトリオン、ピラクロニル、フィプロニルであった。

これまで実施されてきた農薬類実態調査結果をデータベース化し、検出されている農薬のトレンドについて検討した。2010～2014 年の実態調査における Σ 値を評価したところ、原水における Σ 値は年度によってばらつきがあるが、年度毎の平均値は 0.018～0.031 であり、増加傾向にあることが示された。

3) 各水道事業体における農薬実態調査の解析

地域により状況が異なるが、出荷量、水田やゴルフ場等の状況、散布情報、降雨との関連などと関連して農薬の濃度が高い時期にモニタリングが行われている場合が多かった。粉末活性炭の注入が行われることにより、浄

水の検出指標値が非常に低く抑えられていた。

4) 水道統計を用いた農薬の経年的検出状況

水道統計を用いて、全国の水道事業の農薬類の検出状況について、経年的な傾向について評価したところ、農薬類が検出されている水道事業のうち、約 1/3 で毎年度農薬が検出されているが、その他は年度により必ずしも検出されていないことが分かった。

5) 全国を 10 地域及び都道府県に分けて、検出可能性指標値に基づいて、検出のおそれのある農薬を地域または都道府県ごとに選定した。その結果、都道府県別の測定農薬において、対象農薬リスト掲載農薬 120 項目の内、検出のおそれのある農薬数は 48 から 94 の範囲で、地域によって異なること、全ての農薬を測定する必要がないことが示された。

6) 神奈川県内における新規農薬の実態調査

神奈川県内の 11 河川で調査を実施したところ 30 種類の農薬が検出された。オリサストロピンが、11 河川および 4 回の採水のほぼすべてから検出され、検出率が 90% を超えた。テフリルトリオンの個別評価値への寄与が大きかった。

7) 新規農薬の実態調査と検出特性

相模川水系におけるネオニコチノイド系農薬等 10 物質(アセタミプリド、イミダクロプリド、クロチアニジン、ジノテフラン、チアクロプリド、チアメトキサム、ニテンピラム、テブコナゾール、プロマシル、テフリルトリオン)の実態調査を行った。調査期間中、10 物質すべてが検出された。

8) 新規農薬の安全性評価手法に関する検討

神経系に分化した PC12 細胞に対する結果では、ジノテフランおよびクロチアニジンの原体及び塩素処理生成物抽出物において、一部の曝露条件で細胞致死毒性を示す恐れが示された。テフリルトリオンとメソトリオン及びそれらの塩素処理生成抽出物は、ミトコンドリアのエネルギー生成系に影響を及ぼして細胞致死毒性を及ぼす作用はないと判断された。

9) 水質事故原因物質に関する検討

これまで水質事故の原因となった化学物質について、リスト化を行ない、水源の情報収集や事故防止対策を図るべき物質として、へ

キサメチレンテトラミン，臭化物等の消毒副生成物前駆物質に加え，シクロヘキシルアミン，3,5-ジメチルピラゾール，フェノール類，硫酸アミド等塩素との反応性が高く，分解物や異臭の原因となる物質，塩素酸・過塩素酸などの陰イオン，界面活性剤・油等活性炭に吸着しやすい物質が，浄水処理困難化学物質及びそれに準じて扱う物質として指定される元となった。

化学物質の検出状況について検討したところ，1,2-エポキシプロパン（酸化プロピレン）等の検出濃度が仮の評価値に比べて高かった。化学物質の基礎情報と検出状況についてデータベースを作成し，インターネットで公表できるようにした。

F．研究発表

1．論文発表

- 1) 小坂浩司ら，水道統計を基にした水道事業者等における農薬類の測定計画の解析，土木学会論文集，Vol.69，No.7，363-374，2013.
- 2) 浅見真理．水質事故対応の現状．水道．2014; 59(4): 30-35. < 査読無 >
- 3) 浅見真理．水道水源汚染に注意すべき物質の管理について．水環境学会誌．38(3):84-88;2015． < 査読無 >
- 4) Narita, K., Matsui, Y., Iwao, K., Kamata, M., Matsushita, T. and Shirasaki, N., Selecting pesticides for inclusion in drinking water quality guidelines on the basis of detection probability and ranking, Environment International, 63, 114-120, 2014.
- 5) 浅見真理，松井佳彦．水道における化学物質・放射性物質の管理と制御．水環境学会誌．2016;39A(2):48-53． < 査読無 >

2．学会発表

- 1) 鎌田素之，浅見真理，松井佳彦．水道における農薬検出のトレンド．平成 26 年度全国会議(水道研究発表会)．p.552-553．名古屋．2014．
- 2) 佐藤 学，上村 仁，浅見真理，小坂浩司．神奈川県河川水におけるネオニコチノイ

ド農薬等の実態調査， p.252，第 51 回全国衛生科学技術協議会年会講演集，大分．2014．

- 3) 佐藤 学，上村 仁，浅見真理，小坂浩司．相模川流域におけるネオニコチノイド系農薬等の実態調査，p.6．第 49 回日本水環境学会年会講演集，2015．
- 4) 久保明日香，川寄悦子，中田俊芳，井上莉沙，鎌田素之，須戸幹．新たな農薬類を対象とした水道水源などの残留実態調査．p.9．第 49 回日本水環境学会年会講演集，2015．
- 5) 井上莉沙，鎌田素之，久保明日香，川寄悦子．鶴見川における新たな農薬類の実態調査．P82，第 49 回日本水環境学会年会講演集，2015
- 6) Asami M, Ohno K. Risk and crisis communication for emergencies in water management. 117-118. International Conference of Asian Environmental Chemistry (ISSN2189-0137). Bangkok, 2014．
- 7) 成田健太郎，松井佳彦，鎌田素之，松下拓，白崎伸隆，地域特性を反映した全国の農薬測定リストの作成，平成 26 年度全国会議（水道研究発表会），p.562-563，2014.
- 8) 佐藤 学，上村 仁，小坂浩司，浅見真理，鎌田 素之，松井 佳彦．神奈川県内の河川水で検出されたネオニコチノイド系農薬等の浄水処理における挙動．p.212-213 第 52 回全国衛生化学技術協議会年会講演集．2015.12.3-4;静岡．
- 9) 久保明日香，川寄悦子，中田俊芳，太田晃一，鎌田素之，須戸幹．水道水源における新たな監視対象農薬に関する検討．p.448．第 50 回日本水環境学会年会講演集，2016．

3. 著書
なし

G．知的所有権の取得状況

- 1．特許取得
なし
- 2．実用新案登録
なし
- 3．その他
なし

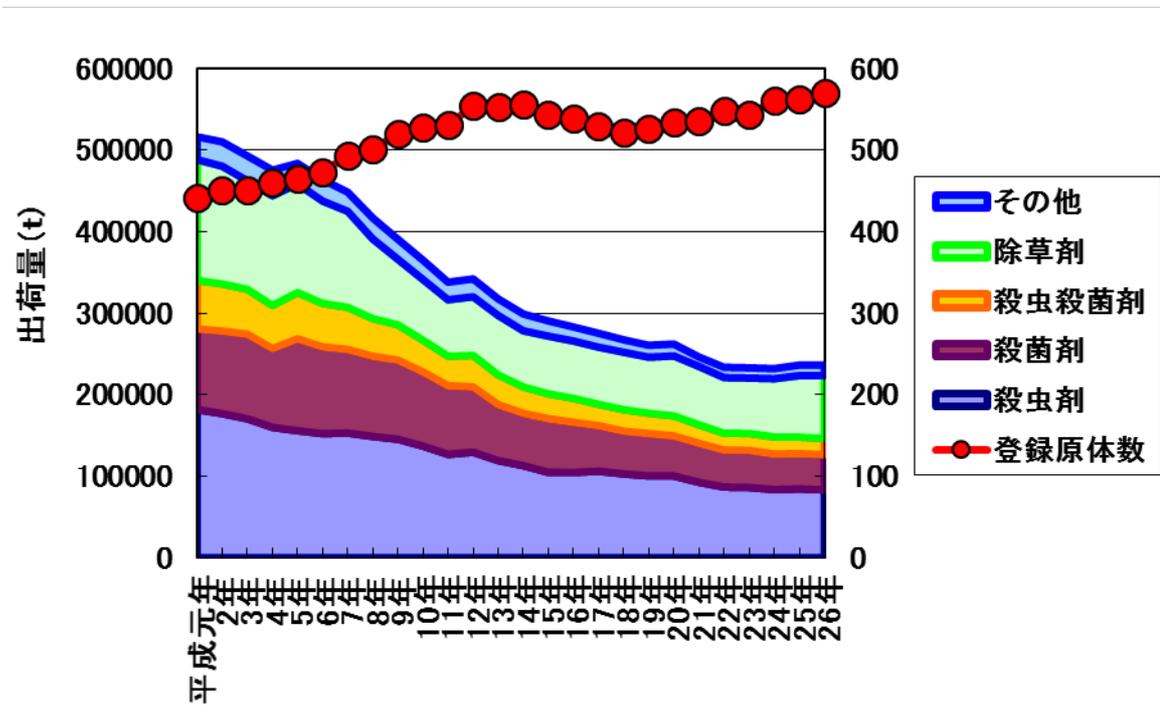


図1 農薬出荷量と登録原体数の推移

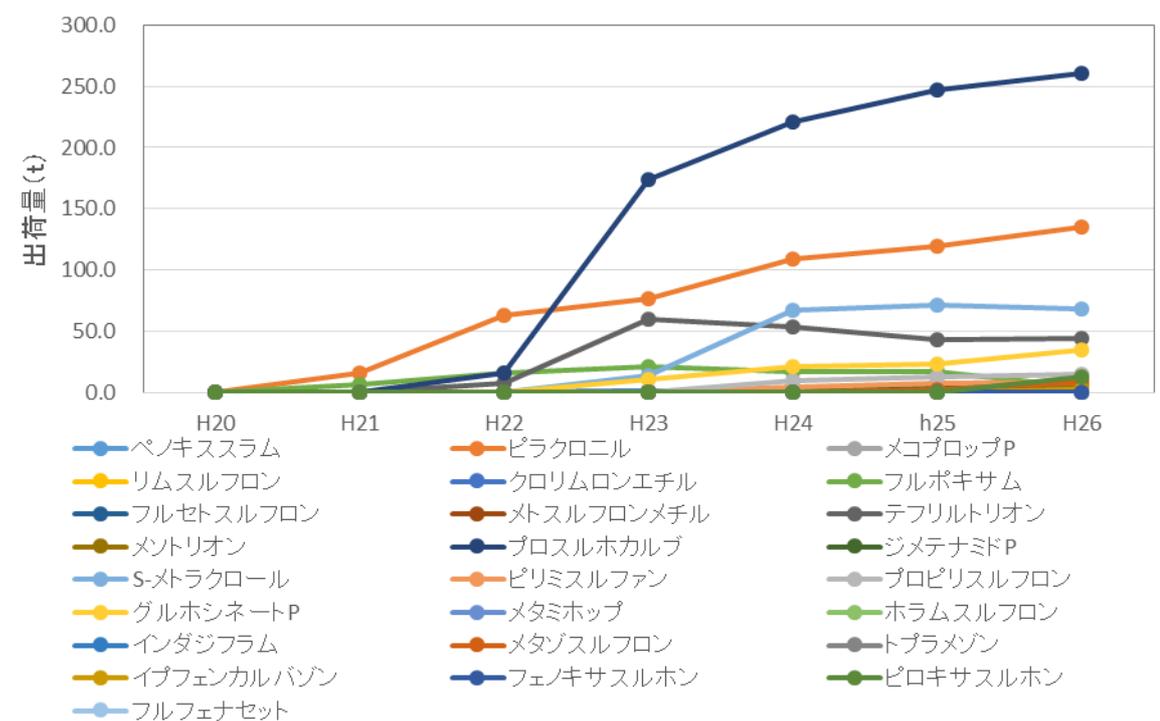


図2 新規登録除草剤の出荷量の推移

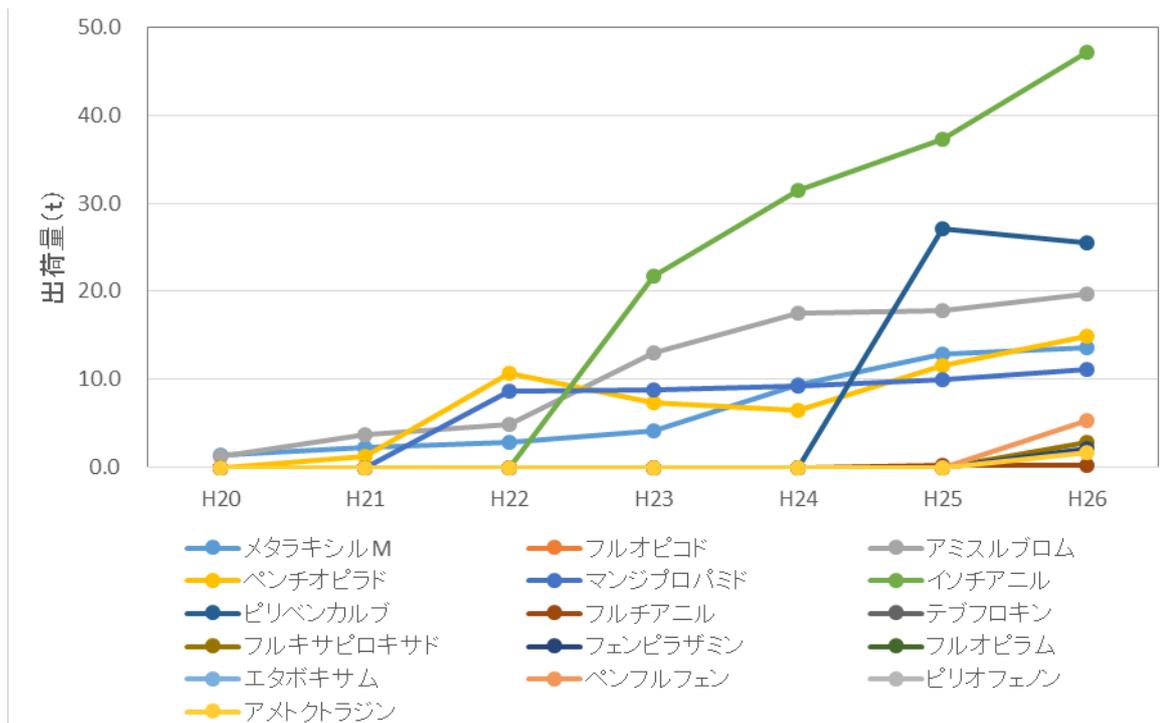


図3 新規登録殺菌剤の出荷量の推移

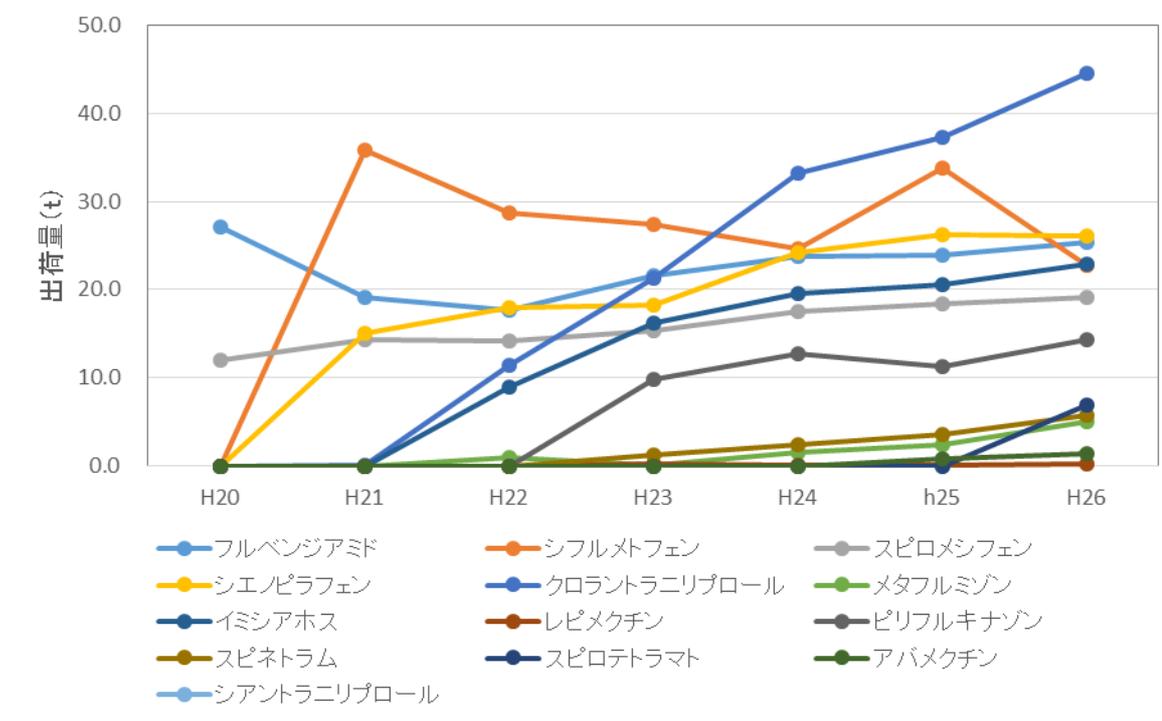


図4 新規登録殺虫剤の出荷量の推移

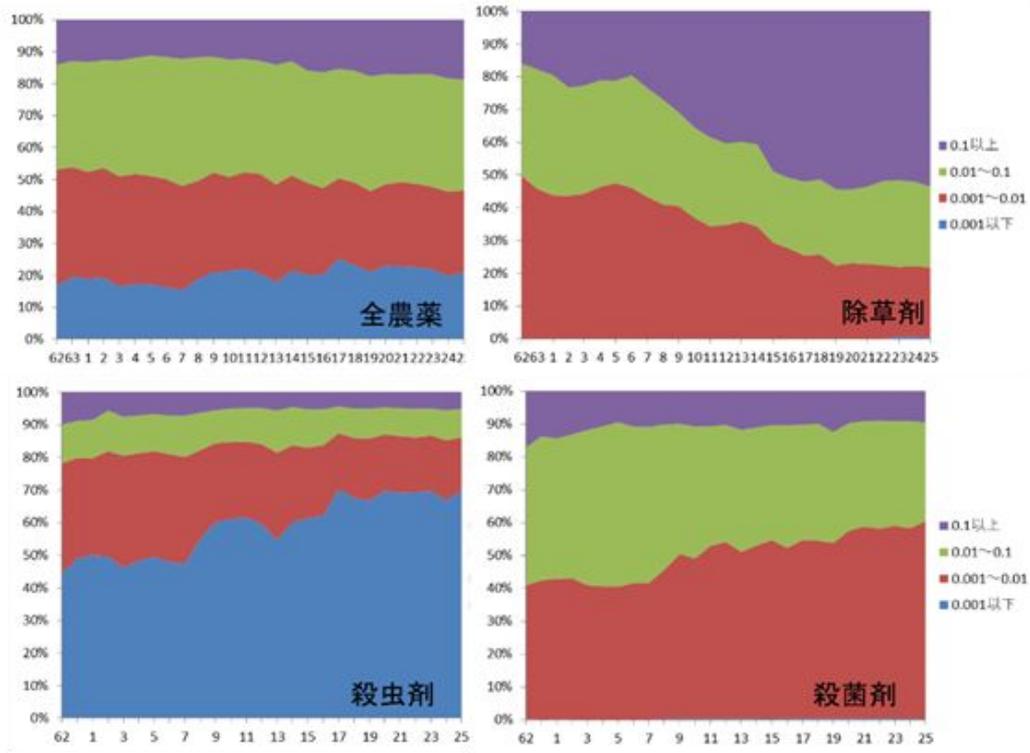


図5 ADI別農薬出荷割合の推移

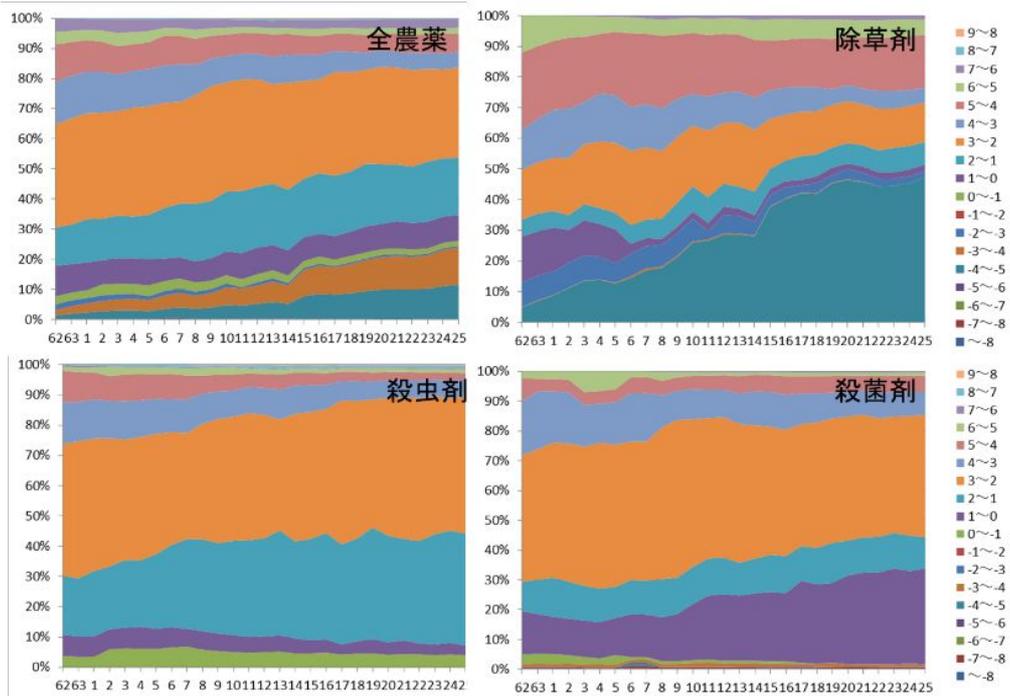


図6 Kow別農薬出荷割合の推移

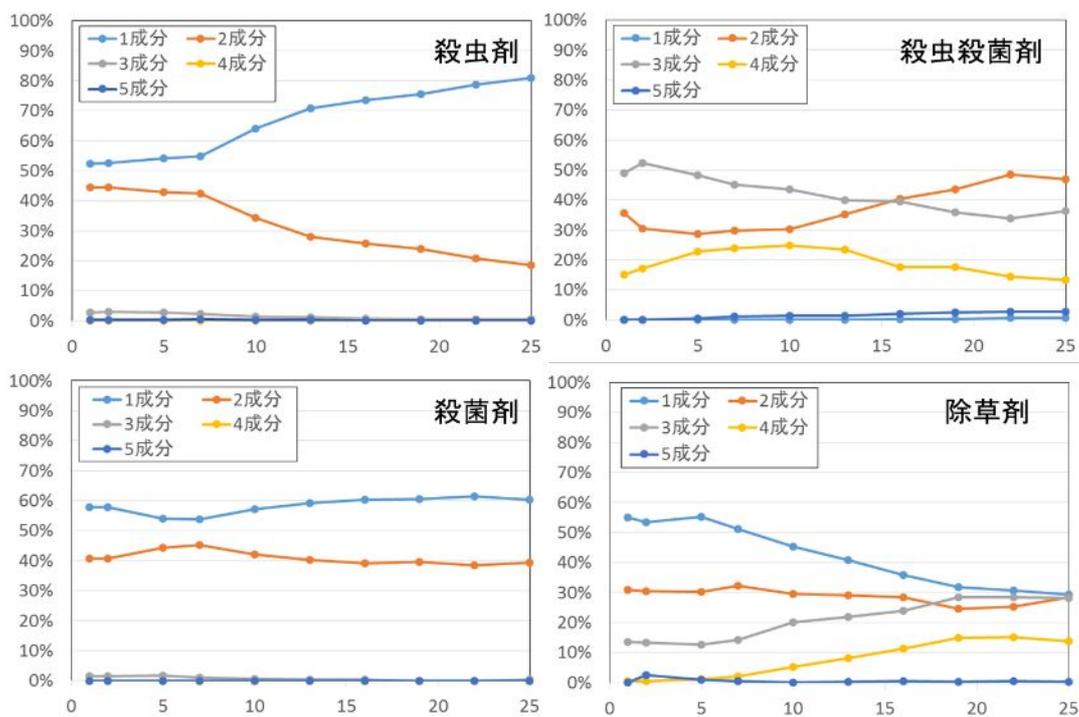


図7 用途別農薬製剤に含まれる農薬原体数の推移

表1 2007年以降に登録された農薬原体

| 登録年 | 殺虫剤 | 殺菌剤 | 除草剤 |
|------|----------------------------------|--|---|
| 2007 | フルベンジアミド シフルメトフェン スピロメシフェン | メタラキシル M | ベノキススラム ピラクロニル |
| 2008 | シエノピラフェン | フルオピコド アミスルプロム ペンチオピラド | メコプロップP リムスルフロソ |
| 2009 | クロラントラニリプロール メタフルミソソ | マンジプロバミド | クロリムロンエチル フルボキサム フルセトスルフロソ メトスルフロソメチル |
| 2010 | イミシアホス レピメクチン ピリフルキナソソ | イソチアニル | テフリルトリオソ メソトリオソ プロスルホカルブ ジメテナミドP S-メトラクロール ピリミスルファン プロピリスルフロソ |
| 2011 | スピネトラム | | グルホシネートP メタミホップ ホラムスルフロソ |
| 2012 | スピロテトラマト | ピリベンカルブ | インダジフラム |
| 2013 | アバメクチン | フルチアニル テブフロキン フルキサピロキサド フェンピラザミン フルオピラム エタボキサム ペンフルフェン ピリオフェソ | メタソスルフロソ トブラメソソ ヘキサジソソ イプフェンカルバソソ |
| 2014 | シアントラニリプロール | アメトクトラジソ | フェノキサスルホソ ピロキサスルホソ フルフェナセト |
| 2015 | フルピラジフロソ ピフルブミド | マンデストロピソ トリプロカルブ | |

表2 2012年以降の失効農薬と出荷量の推移

| 農薬原体名 | 失効日 | H26 | H25 | H24 | H23 | H22 | H21 | H20 |
|----------------|------------|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| DPA | 2015年2月8日 | 3.5 | 6.0 | 6.9 | 7.2 | 8.4 | 14.3 | 17.5 |
| MCPAナトリウム塩一水化物 | 2014年9月25日 | - | - | - | - | - | 0.0 | 0.7 |
| クロルピリホスメチル | 2014年9月24日 | - | - | 0.0 | 0.6 | 0.5 | 0.7 | 0.7 |
| クロロネブ | 2014年4月25日 | - | 0.0 | 2.7 | 4.1 | 4.0 | 3.7 | 5.2 |
| シデュロン | 2013年11月9日 | 0.0 | 0.4 | 8.7 | 8.4 | 9.1 | 12.6 | 13.1 |
| ポリカーバメート | 2013年2月27日 | - | -0.9 | 156.0 | 156.8 | 190.0 | 179.7 | 169.7 |
| EDDP | 2013年2月19日 | - | - | -0.1 | -0.6 | 0.8 | 20.5 | 31.5 |
| ピアラホス | 2012年8月26日 | - | - | 0.1 | 0.3 | 0.5 | 19.3 | 23.9 |
| DDVP | 2012年4月27日 | - | - | -0.1 | -3.1 | 0.2 | 205.4 | 304.7 |
| メスルフェンホス | 2012年3月17日 | - | - | - | 0.7 | 2.0 | 2.9 | 3.6 |
| エクロメゾール | 2012年1月1日 | - | - | 0.0 | 4.9 | 6.6 | 6.1 | 7.1 |
| チアジアジン | 2012年1月1日 | - | - | -0.6 | -0.1 | 2.6 | 43.4 | 40.6 |

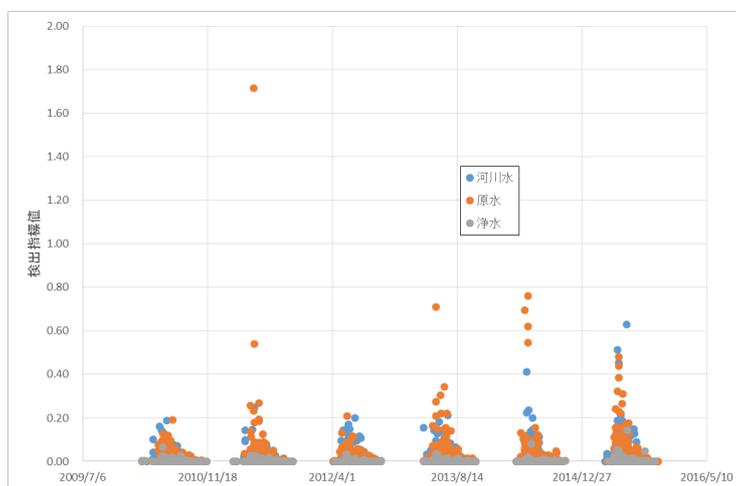


図8 これまでの実態調査における検出指標値の推移

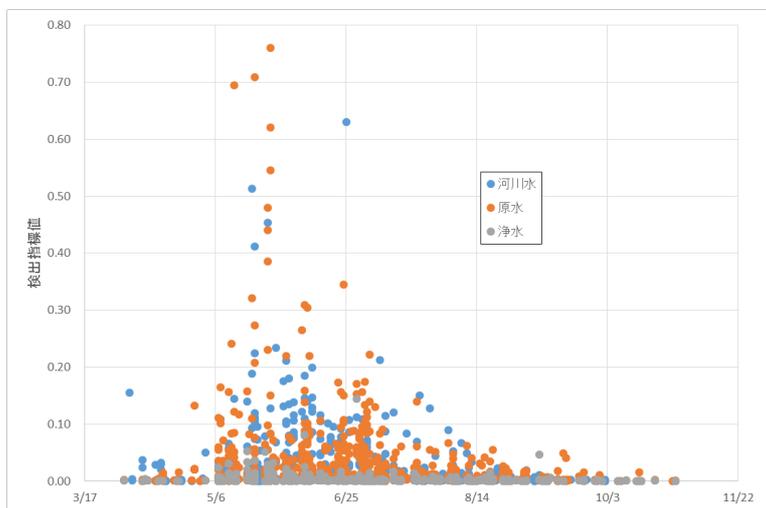


図9 平成25～27年度の実態調査における検出指標値

表3 平成25～27年度全国農薬実態調査の概要

| | 区分 | 河川水 | 原水 | 浄水 |
|-------------|---------------------|--------------|--------|-----------|
| 検出農薬数 | 総数 | 74 | 101 | 60 |
| | 対象農薬 | 54 | 72 | 42 |
| | 要検討農薬 | 4 | 4 | 4 |
| | その他農薬 | 7 | 9 | 6 |
| | 除外農薬 | 5 | 8 | 2 |
| | 上記以外の農薬 | 4 | 8 | 6 |
| | 除草剤 | 38 | 51 | 30 |
| | 殺虫剤 | 16 | 23 | 13 |
| | 殺菌剤 | 16 | 20 | 11 |
| | 分解物 | 4 | 7 | 6 |
| 最大検出濃度 | ($\mu\text{g/L}$) | 7.90 | 10.00 | 2.74 |
| | 該当農薬 | ハロスルフロンメチル | プロモブチド | プロモブチド |
| 最大個別農薬評価値 | (-) | 0.43 | 0.52 | 0.14 |
| | 該当農薬 | メコプロップ(MCPP) | モリネート | フェントロチオン |
| 最大積算濃度 | ($\mu\text{g/L}$) | 95.92 | 246.08 | 62.35 |
| | 該当農薬 | プロモブチド | プロモブチド | プロモブチド |
| 最大積算個別農薬評価値 | (-) | 5.58 | 5.56 | 0.62 |
| | 該当農薬 | テフリルトリオン | モリネート | プロモブチド |
| 検出回数 | (回) | 153 | 469 | 218 |
| | 該当農薬 | イミダクロプリド | ベンタゾン | プロモブチド |
| 最大検出指標値 | (-) | 0.63 | 0.76 | 0.14 |
| | 該当事業体 | 奈良県水道局 | 茨城県 | 八戸圏域水道企業団 |

表4 平成25～27年度全国農薬実態調査の最大検出濃度上位農薬（原水）

| No. | 分類 | 農薬名 | 用途 | 目標値($\mu\text{g/L}$) | 検出最高濃度($\mu\text{g/L}$) | 最大個別農薬評価値 |
|-----|-------|-----------------|-----|------------------------|---------------------------|-----------|
| 1 | 対-052 | プロモブチド | 除草剤 | 100 | 10.0 | 0.100 |
| 2 | 対-087 | チウラム | 殺菌剤 | 20 | 4.2 | 0.210 |
| 3 | 除-011 | ハロスルフロンメチル | 除草剤 | 300 | 3.5 | 0.012 |
| 4 | 対-065 | グリホサート | 除草剤 | 2000 | 3.0 | 0.002 |
| 5 | 他-027 | ピラゾスルフロンエチル | 除草剤 | 100 | 2.8 | 0.028 |
| 6 | 対-053 | モリネート | 除草剤 | 5 | 2.6 | 0.520 |
| 7 | 対-016 | ベンタゾン | 除草剤 | 200 | 2.5 | 0.012 |
| 8 | 対-044 | ピロキロン | 殺菌剤 | 40 | 2.1 | 0.053 |
| 9 | 対-077 | ダイムロン | 除草剤 | 800 | 2.0 | 0.003 |
| 10 | 他-082 | ジノテフラン | 殺虫剤 | 600 | 2.0 | 0.003 |
| 11 | 対-070 | シメトリン | 除草剤 | 30 | 1.4 | 0.047 |
| 12 | 対-105 | メミノストロピン | 殺菌剤 | 40 | 1.4 | 0.035 |
| 13 | 分解物 | アミノメチルリン酸(AMPA) | 分解物 | 2000 | 1.4 | 0.001 |
| 14 | 対-047 | プレチラクロール | 除草剤 | 50 | 1.3 | 0.026 |
| 15 | 分解物 | イソキサチオンオキシソ | 酸化物 | 8 | 1.3 | 0.163 |
| 16 | 除-004 | フルトラニル | 殺菌剤 | 200 | 1.1 | 0.005 |
| 17 | 他-019 | イマゾスルフロ | 除草剤 | 200 | 1.0 | 0.005 |
| 18 | 対-014 | イプロベンホス(IPB) | 殺菌剤 | 90 | 1.0 | 0.011 |
| 19 | 対-107 | クミルロン | 除草剤 | 30 | 1.0 | 0.033 |
| 20 | 対-046 | メフェナセット | 除草剤 | 20 | 0.9 | 0.046 |
| 21 | 要-014 | テフリルトリオン | 除草剤 | 2 | 0.8 | 0.405 |
| 22 | 対-076 | エスプロカーブ | 除草剤 | 30 | 0.8 | 0.027 |
| 23 | 対-102 | ベンフレセート | 除草剤 | 70 | 0.8 | 0.011 |
| 24 | 対-113 | ブタクロール | 除草剤 | 30 | 0.7 | 0.023 |
| 25 | 分解物 | プロモブチドデプロモ | 酸化物 | 100 | 0.6 | 0.006 |

表5 平成25～27年度全国農薬実態調査の最大検出濃度上位農薬（浄水）

| No. | 分類 | 農薬名 | 用途 | 目標値(μg/L) | 検出最高濃度(μg/L) | 最大個別農薬評価値 |
|-----|-------|--------------------|-----|-----------|--------------|-----------|
| 1 | 対-052 | プロモブチド | 除草剤 | 100 | 2.7 | 0.027 |
| 2 | 対-057 | ダラボン(DPA) | 除草剤 | 80 | 1.1 | 0.014 |
| 3 | 分解物 | アミノメチルリン酸(AMPA) | 分解物 | 2000 | 1.0 | 0.001 |
| 4 | 対-016 | ベンタゾン | 除草剤 | 200 | 0.7 | 0.004 |
| 5 | 対-105 | メトミノストロピン | 殺菌剤 | 40 | 0.5 | 0.014 |
| 6 | 対-044 | ピロキロン | 殺菌剤 | 40 | 0.5 | 0.012 |
| 7 | 対-006 | フェントロチオン(MEP) | 殺虫剤 | 3 | 0.4 | 0.140 |
| 8 | 対-113 | ブタクロール | 除草剤 | 30 | 0.3 | 0.010 |
| 9 | 対-047 | プレチラクロール | 除草剤 | 50 | 0.3 | 0.006 |
| 10 | 他-027 | ピラゾスルフロンエチル | 除草剤 | 100 | 0.2 | 0.002 |
| 11 | 対-120 | ピラクロニル | 除草剤 | 10 | 0.2 | 0.018 |
| 12 | 分解物 | プロモブチドデプロモ | 酸化物 | 100 | 0.2 | 0.002 |
| 13 | 除-004 | フルトラニル | 殺菌剤 | 200 | 0.2 | 0.001 |
| 14 | 他-082 | ジノテフラン | 殺虫剤 | 600 | 0.2 | 0.000 |
| 15 | 分解物 | フェントロチオンオキシソン(MEP) | 酸化物 | 3 | 0.1 | 0.047 |
| 16 | 要-014 | テフリルトリオン | 除草剤 | 2 | 0.1 | 0.065 |
| 17 | 対-107 | クミルロン | 除草剤 | 30 | 0.1 | 0.004 |
| 18 | 対-085 | カフェンストロール | 除草剤 | 8 | 0.1 | 0.013 |
| 19 | 対-082 | チオジカルブ | 殺虫剤 | 80 | 0.1 | 0.001 |
| 20 | 対-077 | ダイムロン | 除草剤 | 800 | 0.1 | 0.000 |
| 21 | 対-011 | フェノブカルブ(BPMC) | 殺虫剤 | 30 | 0.1 | 0.003 |
| 22 | 対-017 | カルボフラン(カルボスルファン) | 除草剤 | 5 | 0.1 | 0.014 |
| 23 | 対-066 | マラソン(マラチオン) | 殺虫剤 | 50 | 0.1 | 0.001 |
| 24 | 対-078 | トリシクラゾール | 殺菌剤 | 80 | 0.1 | 0.001 |
| 25 | 対-009 | プロピザミド | 除草剤 | 50 | 0.1 | 0.001 |

表6 平成25～27年度全国農薬実態調査の最大個別農薬評価値上位農薬（原水）

| No. | 分類 | 農薬名 | 用途 | 目標値(μg/L) | 検出最高濃度(μg/L) | 最大個別農薬評価値 |
|-----|-------|------------------|-----|-----------|--------------|-----------|
| 1 | 対-053 | モリネート | 除草剤 | 5 | 2.6 | 0.520 |
| 2 | 要-014 | テフリルトリオン | 除草剤 | 2 | 0.8 | 0.405 |
| 3 | 対-087 | チウラム | 殺菌剤 | 20 | 4.2 | 0.210 |
| 4 | 分解物 | イソキサチオンオキシソン | 酸化物 | 8 | 1.3 | 0.163 |
| 5 | 対-006 | フェントロチオン(MEP) | 殺虫剤 | 3 | 0.5 | 0.153 |
| 6 | 分解物 | フェンチオンスルホンオキシソン | 酸化物 | 3 | 0.5 | 0.153 |
| 7 | 対-086 | フィブロニル | 殺虫剤 | 0.5 | 0.1 | 0.120 |
| 8 | 対-052 | プロモブチド | 除草剤 | 100 | 10.0 | 0.100 |
| 9 | 対-017 | カルボフラン(カルボスルファン) | 除草剤 | 5 | 0.5 | 0.100 |
| 10 | 対-111 | MCPA | 除草剤 | 5 | 0.5 | 0.090 |
| 11 | 対-039 | メコプロップ(MCPP) | 除草剤 | 5 | 0.4 | 0.080 |
| 12 | 対-085 | カフェンストロール | 除草剤 | 8 | 0.5 | 0.068 |
| 13 | 対-064 | フェンチオン(MPP) | 殺虫剤 | 6 | 0.4 | 0.067 |
| 14 | 対-044 | ピロキロン | 殺菌剤 | 40 | 2.1 | 0.053 |
| 15 | 対-070 | シメトリン | 除草剤 | 30 | 1.4 | 0.047 |
| 16 | 対-046 | メフェナセット | 除草剤 | 20 | 0.9 | 0.046 |
| 17 | 対-120 | ピラクロニル | 除草剤 | 10 | 0.4 | 0.040 |
| 18 | 対-004 | イソキサチオン | 殺虫剤 | 8 | 0.3 | 0.040 |
| 19 | 対-105 | メトミノストロピン | 殺菌剤 | 40 | 1.4 | 0.035 |
| 20 | 対-107 | クミルロン | 除草剤 | 30 | 1.0 | 0.033 |
| 21 | 対-108 | シアナジン | 除草剤 | 4 | 0.1 | 0.030 |
| 22 | 対-005 | ダイアジノン | 殺虫剤 | 5 | 0.1 | 0.028 |
| 23 | 他-027 | ピラゾスルフロンエチル | 除草剤 | 100 | 2.8 | 0.028 |
| 24 | 対-076 | エスプロカーブ | 除草剤 | 30 | 0.8 | 0.027 |
| 25 | 対-047 | プレチラクロール | 除草剤 | 50 | 1.3 | 0.026 |

表7 平成25～27年度全国農薬実態調査の最大個別農薬評価値上位農薬（浄水）

| No. | 分類 | 農薬名 | 用途 | 目標値(μg/L) | 検出最高濃度(μg/L) | 最大個別農薬評価値 |
|-----|-------|-------------------|-----|-----------|--------------|-----------|
| 1 | 対-006 | フェントロチオン(MEP) | 殺虫剤 | 3 | 0.4 | 0.140 |
| 2 | 要-014 | テフリルトリオン | 除草剤 | 2 | 0.1 | 0.065 |
| 3 | 分解物 | フェントロチオンオキソン(MEP) | 酸化物 | 3 | 0.1 | 0.047 |
| 4 | 分解物 | テフリルトリオン分解物 | 分解物 | 2 | 0.1 | 0.030 |
| 5 | 対-052 | プロモブチド | 除草剤 | 100 | 2.7 | 0.027 |
| 6 | 対-120 | ピラクロニル | 除草剤 | 10 | 0.2 | 0.018 |
| 7 | 対-017 | カルボフラン(カルボスルファン) | 除草剤 | 5 | 0.1 | 0.014 |
| 8 | 対-057 | ダラポン(DPA) | 除草剤 | 80 | 1.1 | 0.014 |
| 9 | 対-105 | メトミノストロピン | 殺菌剤 | 40 | 0.5 | 0.014 |
| 10 | 対-085 | カフェンストロール | 除草剤 | 8 | 0.1 | 0.013 |
| 11 | 対-044 | ピロキロン | 殺菌剤 | 40 | 0.5 | 0.012 |
| 12 | 対-113 | ブタクロール | 除草剤 | 30 | 0.3 | 0.010 |
| 13 | 対-086 | フィプロニル | 殺虫剤 | 0.5 | 0.0 | 0.010 |
| 14 | 対-001 | シマジン(CAT) | 除草剤 | 3 | 0.0 | 0.007 |
| 15 | 対-010 | ジクロルボス(DDVP) | 殺虫剤 | 8 | 0.1 | 0.006 |
| 16 | 対-114 | フェントラザミド | 除草剤 | 10 | 0.1 | 0.006 |
| 17 | 対-047 | プレチラクロール | 除草剤 | 50 | 0.3 | 0.006 |
| 18 | 対-107 | クミルロン | 除草剤 | 30 | 0.1 | 0.004 |
| 19 | 対-016 | ベンタゾン | 除草剤 | 200 | 0.7 | 0.004 |
| 20 | 対-046 | メフェナセット | 除草剤 | 20 | 0.1 | 0.003 |
| 21 | 対-058 | ジクロベニル(DBN) | 除草剤 | 10 | 0.0 | 0.003 |
| 22 | 対-011 | フェノピカルブ(BPMC) | 殺虫剤 | 30 | 0.1 | 0.003 |
| 23 | 対-033 | テルピカルブ(MBPMP) | 除草剤 | 20 | 0.1 | 0.003 |
| 24 | 他-029 | フラメビル | 殺菌剤 | 20 | 0.1 | 0.003 |
| 25 | 対-004 | イソキサチオン | 殺虫剤 | 8 | 0.0 | 0.003 |

表8 平成25～27年度全国農薬実態調査の積算検出農薬（原水）

| No. | 農薬名 | 積算検出濃度(μg/L) |
|-----|-----------------|--------------|
| 1 | プロモブチド | 246.1 |
| 2 | ベンタゾン | 183.2 |
| 3 | ピロキロン | 40.4 |
| 4 | アミノメチルリン酸(AMPA) | 29.5 |
| 5 | モリネート | 27.8 |
| 6 | プレチラクロール | 26.4 |
| 7 | ダイムロン | 20.9 |
| 8 | イソプロチオラン(IPT) | 19.3 |
| 9 | シメトリン | 19.1 |
| 10 | メフェナセット | 14.3 |
| 11 | メトミノストロピン | 11.1 |
| 12 | グリホサート | 9.4 |
| 13 | ハロスルフロメチル | 8.9 |
| 14 | カフェンストロール | 8.8 |
| 15 | テフリルトリオン | 6.6 |
| 16 | ジメタメトリン | 6.5 |
| 17 | ジノテフラン | 6.5 |
| 18 | ピラゾスルフロエチル | 6.4 |
| 19 | フルトラニル | 6.3 |
| 20 | プロモブチドデプロモ | 6.2 |
| 21 | イマズスルフロ | 5.7 |
| 22 | イソキサチオンオキソン | 5.6 |
| 23 | ベンフレセート | 5.0 |
| 24 | ペンスルフロメチル | 4.9 |
| 25 | イプロベンホス(IPP) | 4.8 |

表 9 平成 25～27 年度全国農薬実態調査の積算検出農薬（浄水）

| No. | 農薬名 | 積算検出濃度(μg/L) |
|-----|---------------------|--------------|
| 1 | プロモブチド | 62.4 |
| 2 | ペンタゾン | 21.2 |
| 3 | ダラボン(DPA) | 5.6 |
| 4 | プレチラクロール | 4.8 |
| 5 | ピロキロン | 4.4 |
| 6 | プロモブチドデプロモ | 3.3 |
| 7 | メトミノストロピン | 2.6 |
| 8 | ブタクロール | 1.7 |
| 9 | カフェンストロール | 0.9 |
| 10 | トリシクラゾール | 0.9 |
| 11 | オリサストロピン | 0.9 |
| 12 | ピリミノバックメチル | 0.8 |
| 13 | クミルロン | 0.7 |
| 14 | フルトラニル | 0.7 |
| 15 | ジノテフラン | 0.5 |
| 16 | フェノブカルブ(BPMC) | 0.5 |
| 17 | プロピザミド | 0.5 |
| 18 | フェニトロチオン(MEP) | 0.4 |
| 19 | カルボフラン(カルボスルファン代謝物) | 0.4 |
| 20 | ピラクロニル | 0.4 |
| 21 | ベンフレセート | 0.4 |
| 22 | ダイムロン | 0.3 |
| 23 | メフェナセット | 0.3 |
| 24 | ジケロルボス(DDVP) | 0.3 |
| 25 | イミダクロプリド | 0.2 |

表 10 平成 25～27 年度全国農薬実態調査の積算個別農薬評価値上位農薬（原水）

| No. | 農薬名 | 個別農薬評価値 |
|-----|------------------|---------|
| 1 | モリネート | 5.5624 |
| 2 | テフリルトリオン | 3.3144 |
| 3 | プロモブチド | 2.4608 |
| 4 | カフェンストロール | 1.0980 |
| 5 | フェニトロチオン(MEP) | 1.0963 |
| 6 | フィプロニル | 1.0440 |
| 7 | ピロキロン | 1.0088 |
| 8 | ペンタゾン | 0.9159 |
| 9 | メフェナセット | 0.7169 |
| 10 | イソキサチオンオキシソ | 0.7024 |
| 11 | シメトリン | 0.6366 |
| 12 | カルボフラン(カルボスルファン) | 0.6338 |
| 13 | プレチラクロール | 0.5281 |
| 14 | ピラクロニル | 0.4614 |
| 15 | ジメタメトリン | 0.3275 |
| 16 | メトミノストロピン | 0.2775 |
| 17 | チウラム | 0.2360 |
| 18 | フェンチオンスルホンオキシソ | 0.2333 |
| 19 | シアナジン | 0.1925 |
| 20 | MCPA | 0.1498 |
| 21 | フェンチオン(MPP) | 0.1400 |
| 22 | ブタクロール | 0.1283 |
| 23 | メコプロップ(MCPP) | 0.1248 |
| 24 | シマジン(CAT) | 0.1057 |
| 25 | フェノブカルブ(BPMC) | 0.1042 |

表 11 平成 27 年度全国農薬実態調査の積算個別農薬評価値上位農薬（浄水）

| No. | 農薬名 | 個別農薬評価値 |
|-----|-----------------------|---------|
| 1 | プロモブチド | 0.6235 |
| 2 | フェニトロチオン(MEP) | 0.1467 |
| 3 | カフェンストール | 0.1150 |
| 4 | ピロキロン | 0.1098 |
| 5 | ペンタゾン | 0.1060 |
| 6 | プレチラクロール | 0.0954 |
| 7 | カルボフラン(カルボスルファン代謝物) | 0.0818 |
| 8 | ダラボン(DPA) | 0.0705 |
| 9 | メトミノストロピン | 0.0658 |
| 10 | テフリルトリオン | 0.0650 |
| 11 | ブタクロール | 0.0563 |
| 12 | フェニトロチオンオキソン(MEPオキソン) | 0.0533 |
| 13 | ピラクロニル | 0.0381 |
| 14 | プロモブチドデプロモ | 0.0327 |
| 15 | ジクロルボス(DDVP) | 0.0313 |
| 16 | テフリルトリオン分解物 | 0.0300 |
| 17 | クミルロン | 0.0240 |
| 18 | フェノブカルブ(BPMC) | 0.0163 |
| 19 | フェントラザミド | 0.0160 |
| 20 | ピリミノバックメチル | 0.0158 |
| 21 | メフェナセット | 0.0125 |
| 22 | トリシクラゾール | 0.0108 |
| 23 | フラメビル | 0.0107 |
| 24 | シマジン(CAT) | 0.0100 |
| 25 | フィプロニル | 0.0100 |

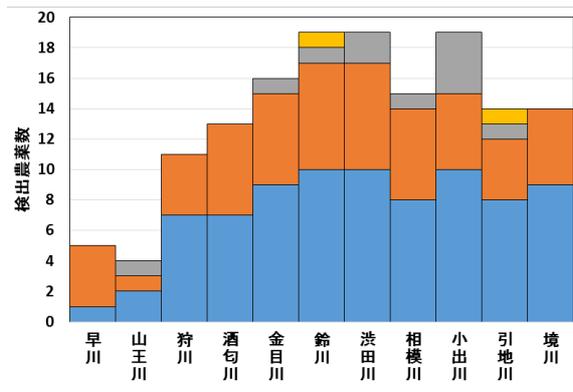


図 10 H26 年度の神奈川県河川における農薬検出数

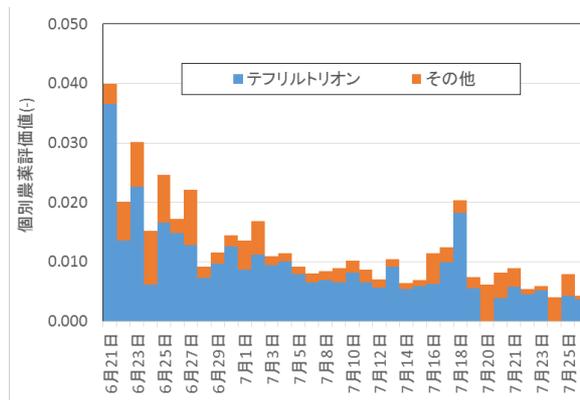


図 11 H26 年度の連続採水における亀甲橋における個別農薬評価値の推移

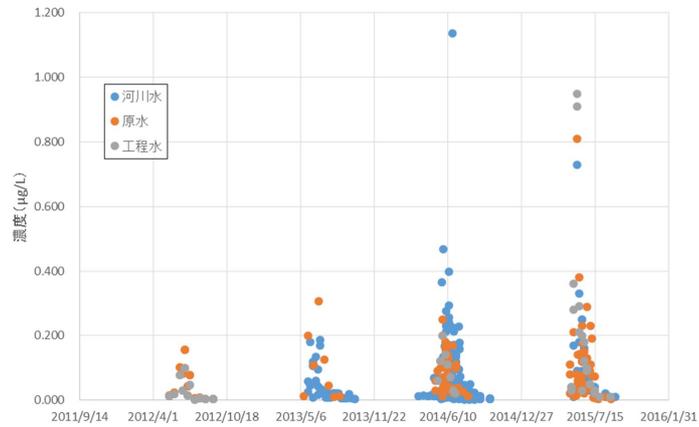


図 12 これまでの農薬実態調査におけるテフリトリオンの検出実態

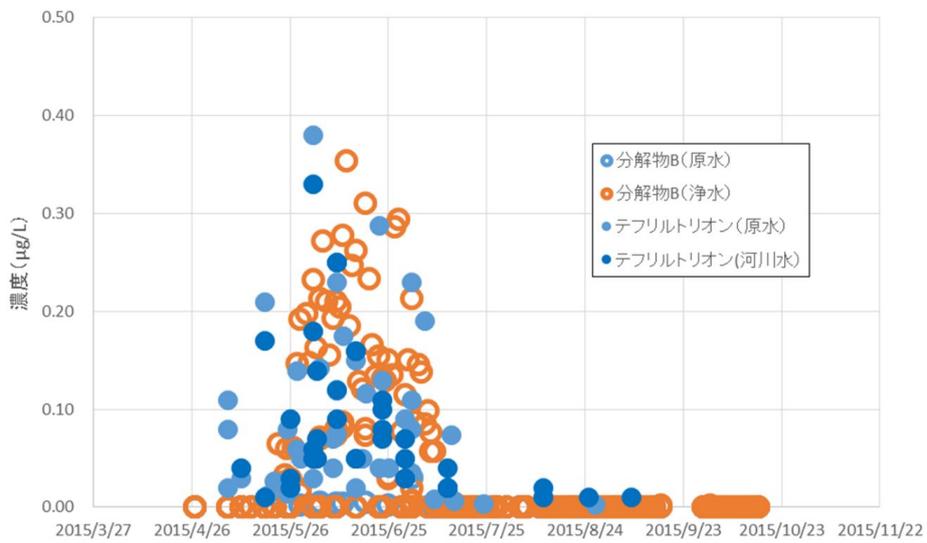


図 13 平成 27 年度実態調査におけるテフリトリオン及び分解物 B の検出実態

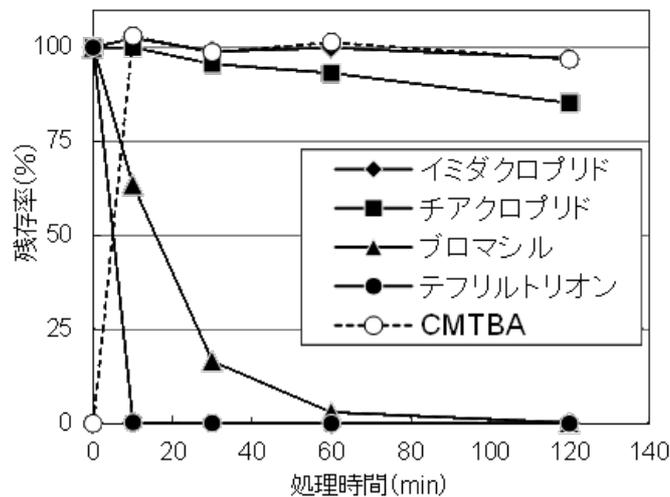


図 14 塩素処理時間と農薬残存率

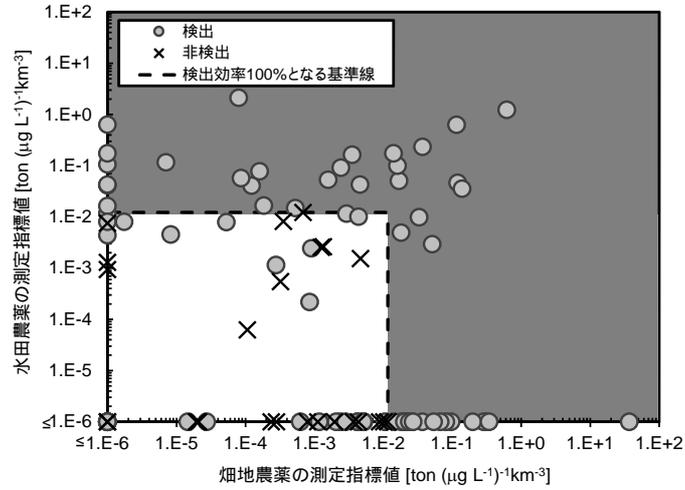


図 15 検出効率が 100%となる基準線（地域別）

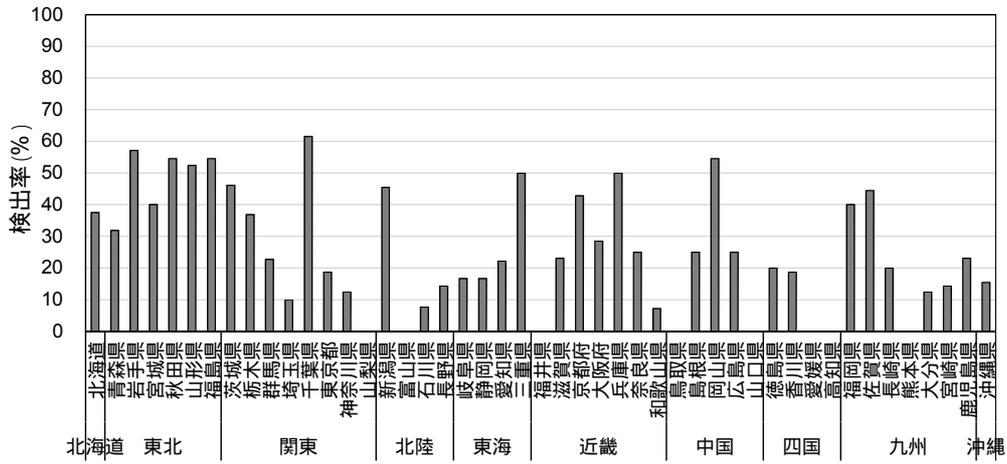


図 16 都道府県別の検出率

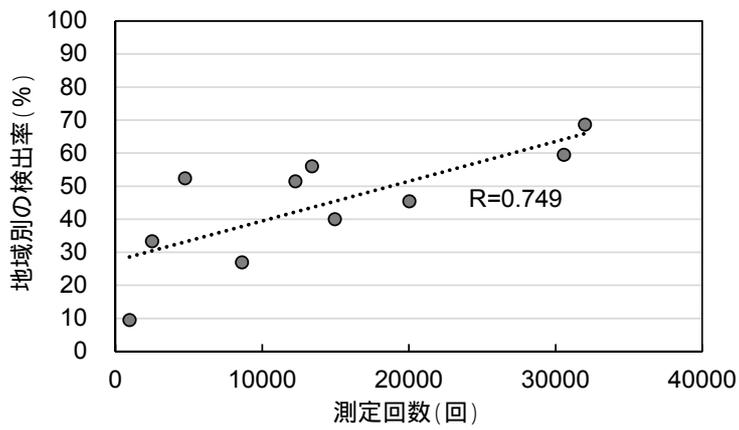


図 17 地域別の検出率と測定回数との関係