

# 高知県の河川水における水田施用農薬の消長

|       |  |
|-------|--|
| 誌名    | 高知県農業技術センター研究報告 = Bulletin of the Kochi Agricultural Research Center |
| ISSN  | 09177701   |
| 著者名   | 市原,勝<br>大崎,佳徳<br>榎本,哲也<br>島本,文子                                      |
| 発行元   | 高知県農業技術センター  |
| 巻/号   | 8号   |
| 掲載ページ | p. 23-30   |
| 発行年月  | 1999年3月  |

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



## 高知県の河川水における水田施用農薬の消長

市原 勝\*・大崎佳徳\*\*・榎本哲也\*\*\*・島本文子\*

Changes of Pesticides Applied to Paddy Fields in River Water in Kochi Prefecture

Masaru ICHIHARA, Yoshinori OHSAKI, Tetsuya ENOMOTO  
and Fumiko SHIMAMOTO

### 要 約

1994～1997年に高知県の主要河川および水田周辺の用水路において数種の水田施用農薬の濃度を調査した。

1. 水田周辺の用水路やその下流の水門を中心に、除草剤ベンチオカーブが検出されたが最高濃度は4.1ppbでピーク時からおよそ2～3週間後には検出されなくなった。
2. 殺虫剤ではBPMCの検出頻度が高く、MEPやエトフェンプロックスが検出されることは少なかった。
3. 殺菌剤ではIBP、イソプロチオラン、フルトラニルが検出されたが、ピーク時から1～2週間後には検出されなくなった。
4. 高知県における河川水中の農薬濃度は、他県に比べ低濃度でかつ速やかに低下した。
5. 高知県の東部河川のうち野根川、羽根川、奈半利川、安田川では調査対象農薬が全く検出されなかった。

キーワード：水田施用農薬、農薬消長、水中農薬濃度、河川水、用水路

### はじめに

農薬は農作物を病虫害や雑草から守り、生産量の減少を防ぐことで食料の安定供給を実現するための必要不可欠な生産資材である。しかし近年、環境問題への関心が高まるにつれて、環境への負荷が懸念される農薬に対し厳しい目が注がれるようになった。このような情勢の中で、農薬をより効率的かつ安全で環境に対する負荷を最少限にとどめる使用法や管理技術の開発が望まれる。そこでまず環境への農薬流出の実態を把握するため、畑地に比べ農薬が流出し易いと言われる水田施用農薬の動態について、高知県の主要河川およびそれらに流入する水田周辺の用水路で水中農薬濃度を経時的に調査した。

報告にあたり、河川水の採取に多大な協力を頂いた

当農業技術センター小笠原則明、片岡静男両氏に深く感謝の意を表する。



第1図 調査対象河川

\* 高知県農業技術センター 農薬管理科

\*\* 高知県農林水産部 農業技術課

\*\*\* 高知県安芸農業改良普及センター

第1表 調査地点と年次別調査回数

| 河川名  | 調査地点       | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 |
|------|------------|------|------|------|------|
| 野根川  | 押野橋        |      |      | 9    |      |
| 羽根川  | 羽根川橋上流500m |      |      | 9    |      |
| 奈半利川 | 奈半利川橋      |      |      |      | 15   |
| 安田川  | 東西橋        |      |      | 9    | 15   |
| 伊尾木川 | 有ノ木橋       |      |      |      | 15   |
|      | 伊尾木川橋      |      | 20   |      |      |
| 安芸川  | 栃ノ木橋       |      |      | 15   |      |
|      | 中之橋        |      |      | 15   |      |
|      | 安芸橋        | 4    | 20   | 15   |      |
| 物部川  | 物部川橋（旧）    |      | 26   | 15   | 15   |
| 国分川  | 久次（用水路）    |      |      |      | 17   |
|      | 洞ヶ淵橋       |      |      |      | 17   |
|      | 下末松（用水路）   |      | 26   |      | 17   |
|      | センター東（用水路） | 15   |      |      |      |
|      | 西島水源近く     |      | 26   |      |      |
|      | 西島（用水路）    | 15   | 26   | 15   | 17   |
|      | 岡豊水門       | 15   | 26   | 15   | 17   |
|      | 岡豊沈下橋      | 15   | 26   | 15   | 17   |
|      | 高知市下の瀬橋    | 15   | 26   | 15   | 17   |
|      | 高知市葛島橋     |      | 26   |      |      |
| 鏡川   | 高知市宗安寺橋    |      |      |      | 6    |
| 仁淀川  | 土佐市仁淀川大橋   |      | 20   | 15   | 6    |
| 新莊川  | 新莊川橋       | 5    | 20   | 9    |      |
| 四万十川 | 窪川町口神沈下橋   |      | 20   |      | 6    |
|      | 江川崎（広見川）   |      | 20   |      | 6    |
|      | 勝間沈下橋      |      | 20   |      |      |
|      | 渡川大橋       |      | 20   | 9    |      |
|      | 後川大橋       |      | 20   |      |      |
| 中筋川  | 具同中筋川橋     |      |      | 9    | 6    |

## 材料及び方法

### 1. 調査河川及び調査地点

調査は、1994～1997年に県内主要河川の、主に下流において実施した。調査対象河川を第1図に示した。また、各調査地点における年次別調査回数を第1表に示した。さらに、農薬の動態を詳しく知るために、県内最大の水田地帯を流れる国分川については、水田周辺の用水路やその排水が一時的に停滞する水門、更に下流の沈下橋および最下流の下瀬大橋も調査対象地点とした。

1994年は国分川水系で、4月13日～7月28日の間に毎週1回採水した。また、6～7月にかけて安芸川で4回、新莊川は5回採水した。

1995年は、国分川水系と物部川では、4月3日～8月28日の間は毎週1回、9～12月は毎月1回採水した。また、伊尾木川、安芸川、仁淀川および四万十川水系で4月6日～8月24日は2週間毎に、9～12月は毎月1回採水した。

1996年は、安芸川、物部川、仁淀川および国分川水系は4月8日～8月28日の間は2週間毎に、9～12月は毎月1回採水した。また、野根川、羽根川、安田川、新莊川、四万十川、および中筋川の各河川で4月15日～12月11日の間毎月1回採水した。

1997年は、奈半利川、安田川、伊尾木川、物部川および国分川水系で3月24日～8月6日の間1～2週間毎に1回採水した。また、鏡川、仁淀川、四万十川、および中筋川で3月25日～8月5日の間に毎月1回採水した。

### 2. 対象農薬

除草剤は、県内で最も使用量の多いウルフエースの主成分であるベンチオカーブ、殺菌剤はいもち病に対して広く使用されているイソプロチオラン（フジワン）とIBP（キタジンP）、紋枯病の防除薬剤であるフルトラニル（モンカット）、殺虫剤は数多くの混合剤に含まれるMEP（スミチオン）、BPMC（バッサ）およ

第2表 対象農薬の水溶解度

| 農薬名        | 水溶解度 (ppm) |
|------------|------------|
| ベンチオカーブ    | 30/20℃     |
| BPMC       | 610/20℃    |
| MEP        | 21/20℃     |
| エトフェンプロックス | <0.001/25℃ |
| IBP        | 1000/18℃   |
| イソプロチオラン   | 48/20℃     |
| フルトラニル     | 9.6        |

びエトフェンプロックス（トレボン）を対象農薬（以下農薬）とした。また、各農薬の水溶解度<sup>7)</sup>を第2表に示した。

### 3. 採水方法

ロープを結びつけた8ℓ容ポリバケツを河川のほぼ中央に投げ込み、一度水中に沈めた後引き揚げて採水し3ℓ容ガラスビンに移し入れ、ただちに実験室に持ち帰った。

### 4. 分析法

#### 1) 抽出操作

採水当日中に、試料800mlを1ℓ容分液ロートに取り、塩化ナトリウム60gとジクロロメタン100mlを加え5分間振とうし、静置後下層を分取した。残液に再びジクロロメタン100mlを加え同様の抽出操作を行い、最初の分取液と合わせ無水硫酸ナトリウムを加え、脱水濾過した。得られた濾液は減圧濃縮器を用いて溶媒を留去し、残渣をアセトン2mlで定容としガスクロマトグラフ（GC）注入用試料とした。

#### 2) 農薬の同定および定量

1994年と1995年の調査については、同定、定量ともガスクロマトグラフ質量分析計（GC-MS）を用いた。1996年と1997年の調査ではGC-MSにより同定を行い、定量にはGC（FTD, FPD, ECD）を用いた。GC-MSの測定条件は次のとおりである。

装置：島津 GCMS-QP2000

カラム：DB-5

（カラム長30m×内径0.25mm×膜厚0.25μm）

検出器温度：250℃

注入口温度：280℃

恒温槽温度 Initial 100℃-1 min  
Rate 40℃/min-4 min  
10℃/min-6 min

Final 280℃-9 min

キャリアガス(He) 0.5kg/cm<sup>2</sup>

検出に使用した質量数 (m/Z)

|            |                 |
|------------|-----------------|
| ベンチオカーブ    | : 100, 125, 257 |
| BPMC       | : 121, 150      |
| MEP        | : 109, 125      |
| エトフェンプロックス | : 135, 163      |
| IBP        | : 91, 204       |
| イソプロチオラン   | : 118, 162      |
| フルトラニル     | : 145, 173, 281 |

## 結 果

### 1. 国分川水系での農薬の消長

除草剤ベンチオカーブの濃度は毎年4月下旬から5月上旬にかけて主に水門においてピークを示し、ピーク時の濃度は1.6~4.1ppbであった（第2図）。

殺虫剤BPMCは6月20日前後にピークを示し、ピーク時の濃度は7.5~18.2ppbで、用水路において検出されることが多かった（第3図）。

その他の殺虫剤ではMEPとエトフェンプロックスは検出されることは少なく、最高濃度もMEPが0.8ppb、エトフェンプロックスが1.8ppbであった。

殺菌剤IBPおよびイソプロチオランの最高濃度は年次変動が大きかったが、ピークは1997年を除き、いずれの年も6月20日前後であった（第4、5図）。殺菌剤フルトラニルは用水路もしくは水門で最高濃度を示すことが多かったが、その年次変動は6.0~11.2ppbと他の殺菌剤に比べて少なかった。

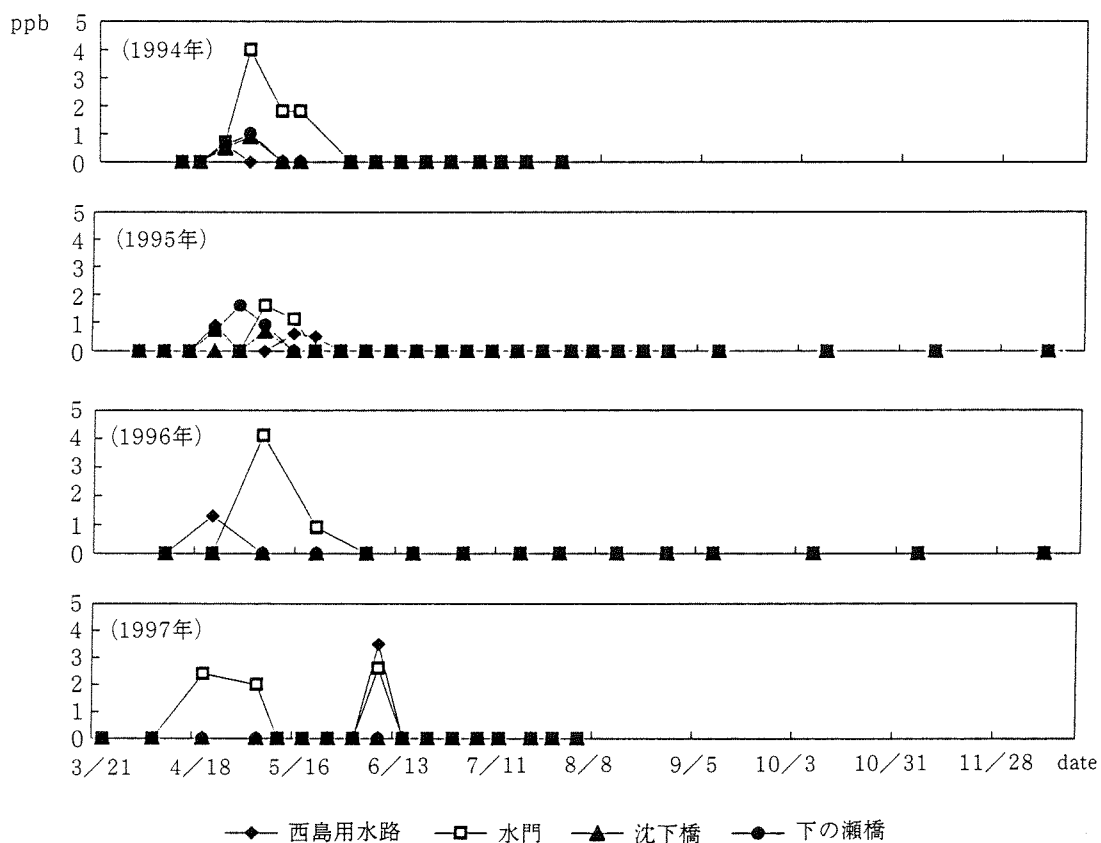
### 2. 県東部河川水中の農薬の消長

野根川、羽根川、奈半利川、安田川では調査期間中、農薬は検出されなかった。

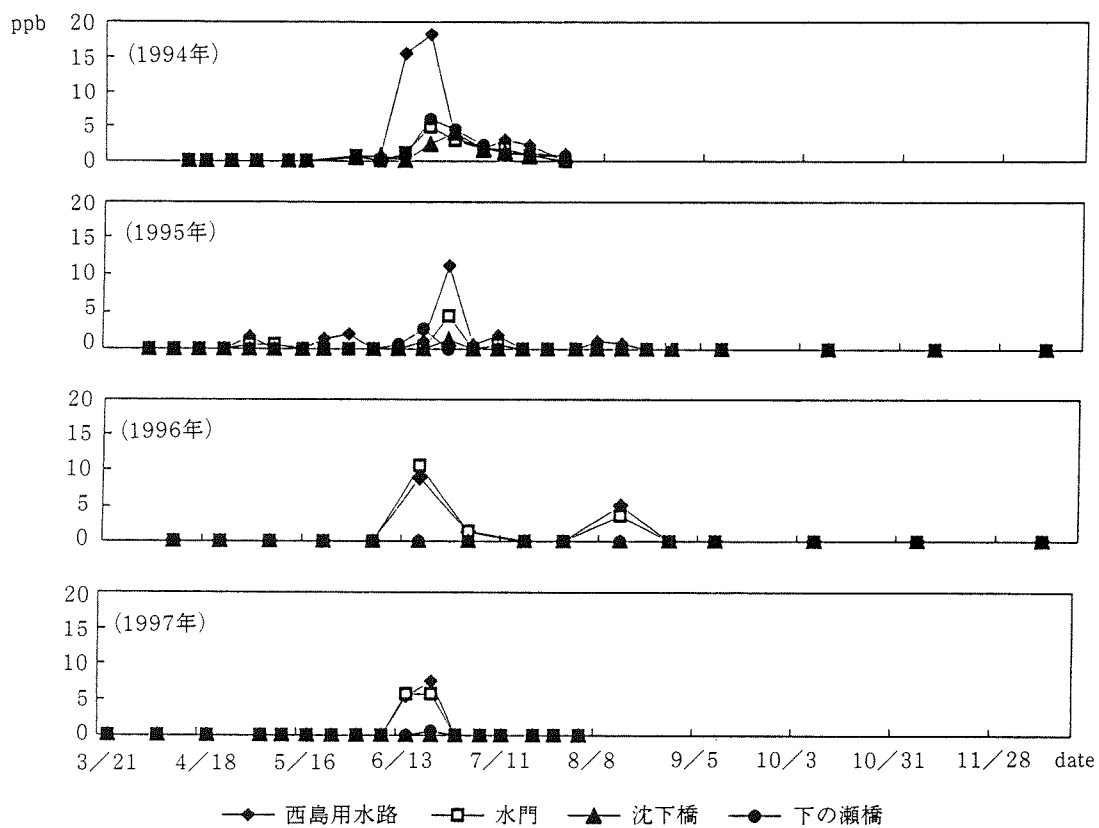
伊尾木川ではエトフェンプロックスが1995年6月1日に0.6ppb検出されたが、1997年の調査では農薬は検出されなかった。

安芸川については上流の栃ノ木橋および中流の中之橋で採取した試料からは、調査期間中いずれの農薬も検出されなかったが、下流の安芸橋では1994年にBPMC、イソプロチオラン、フルトラニル、1995年にIBPとフルトラニルが検出された（第3表）。なお、この地点における1996年の調査では農薬は検出されなかった。

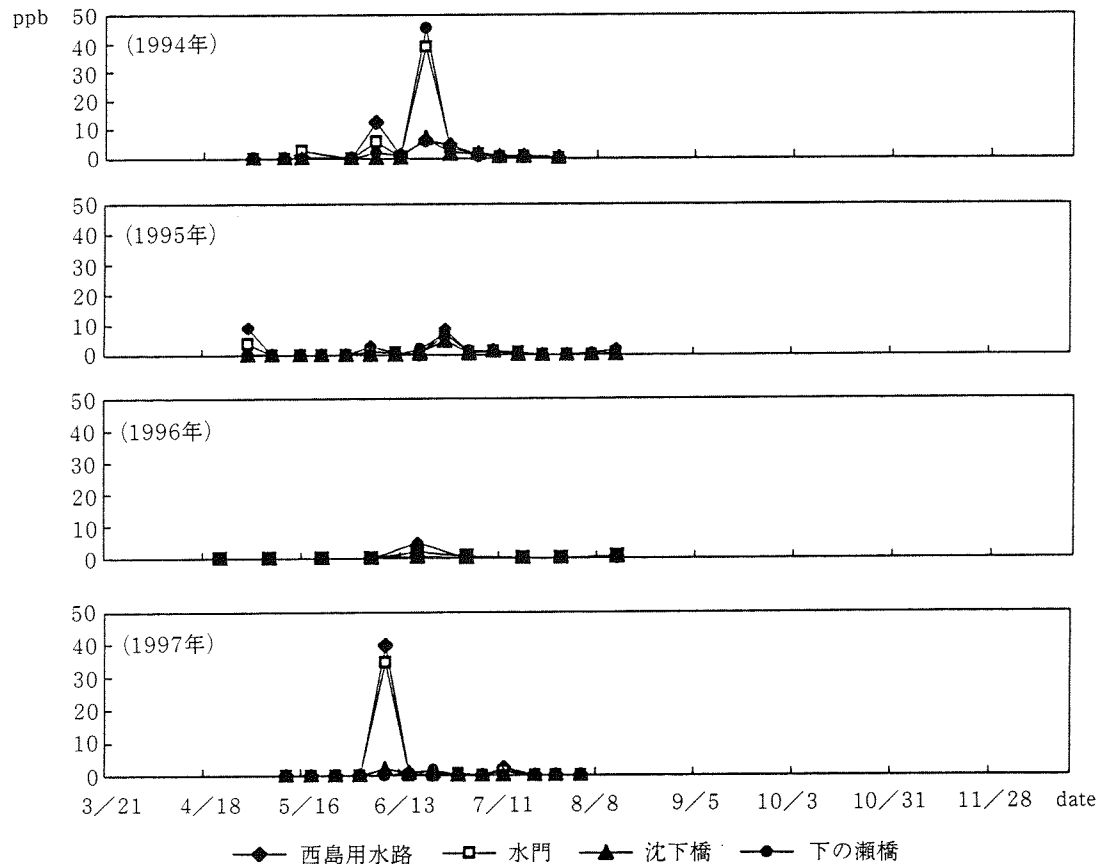
物部川については1995年の調査でベンチオカーブ、イソプロチオラン、IBP、エトフェンプロックスが検出された（第4表）。1996年と1997年の調査では農薬は検出されなかった。



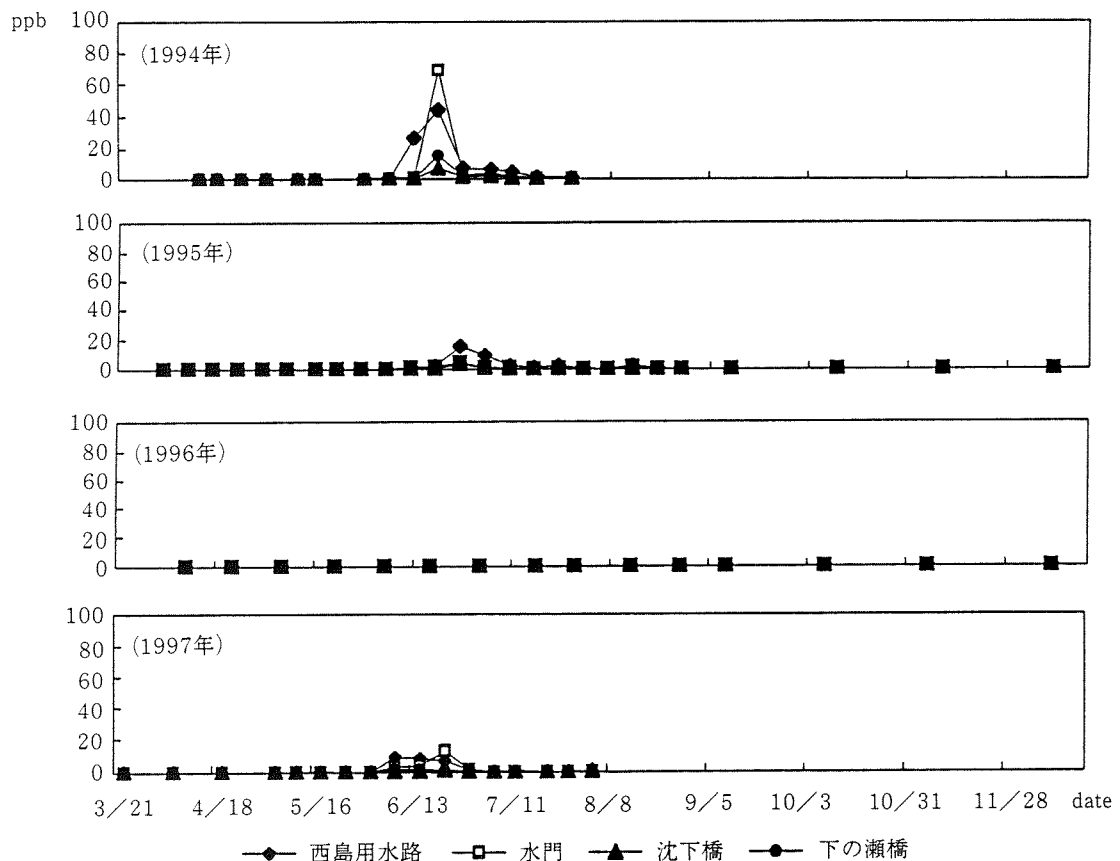
第2図 国分川水系におけるベンチオカーブの消長



第3図 国分川水系におけるBPMCの消長



第4図 国分川水系におけるIBPの消長



第5図 国分川水系におけるイソプロチオランの消長

第3表 安芸川で検出された農薬

| 調査年  | 検出日  | 検出農薬名    | 濃度 (ppb) |
|------|------|----------|----------|
| 1994 | 6/6  | BPMC     | 2.7      |
|      | 6/20 | BPMC     | 1.0      |
|      | 7/6  | BPMC     | 0.8      |
|      | 7/6  | イソプロチオラン | 0.6      |
|      | 7/30 | フルトラニル   | 1.1      |
| 1995 | 6/15 | フルトラニル   | 0.5      |
|      | 7/11 | IBP      | 1.0      |
|      | 7/27 | IBP      | 0.8      |

第4表 物部川で検出された農薬

| 調査年  | 検出日  | 検出農薬名      | 濃度 (ppb) |
|------|------|------------|----------|
| 1995 | 5/4  | ベンチオカーブ    | 0.5      |
|      | 6/26 | イソプロチオラン   | 0.6      |
|      | 7/3  | IBP        | 0.6      |
|      | 7/10 | IBP        | 0.7      |
|      | 7/10 | エトフェンプロックス | 0.7      |

第5表 新荘川で検出された農薬

| 調査年  | 検出日  | 検出農薬名      | 濃度 (ppb) |
|------|------|------------|----------|
| 1994 | 6/7  | BPMC       | 4.1      |
|      | 6/7  | IBP        | 35.2     |
|      | 6/7  | エトフェンプロックス | 0.6      |
|      | 6/7  | フルトラニル     | 0.7      |
|      | 6/17 | BPMC       | 0.8      |
|      | 6/17 | IBP        | 39.0     |
|      | 6/17 | エトフェンプロックス | 0.6      |
|      | 6/17 | フルトラニル     | 4.8      |
|      | 6/17 | イソプロチオラン   | 5.9      |
|      | 6/30 | BPMC       | 0.7      |
|      | 6/30 | IBP        | 2.5      |
|      | 6/30 | フルトラニル     | 1.4      |
|      | 7/5  | フルトラニル     | 0.7      |
|      | 7/22 | イソプロチオラン   | 0.7      |
|      | 7/22 | フルトラニル     | 1.1      |
| 1995 | 6/8  | BPMC       | 0.8      |
|      | 6/22 | IBP        | 0.8      |
|      | 7/20 | IBP        | 0.7      |

### 3. 県西部河川水中の農薬の消長

1997年に調査した鏡川の試料から農薬は検出されなかった。

仁淀川では1995年7月20日にエトフェンプロックスが1.3ppb, IBPが0.7ppb, フルトラニルが0.6ppbそれぞれ検出されたが, 1996年および1997年の調査では農薬は検出されなかった。

新荘川では1994年にIBP, フルトラニル, BPMC, エトフェンプロックス, イソプロチオランが, 1995年にはBPMCとIBPが検出された(第5表)。しかし, 1996年の調査では農薬は検出されなかった。

第6表 四万十川水系で検出された農薬(1995)

| 調査地点                      | 検出日  | 検出農薬名    | 濃度 (ppb) |
|---------------------------|------|----------|----------|
| 窪川町<br>口神<br>沈下橋          | 7/20 | BPMC     | 1.4      |
|                           | 7/20 | IBP      | 0.6      |
|                           | 7/20 | イソプロチオラン | 1.6      |
|                           | 7/20 | フルトラニル   | 0.5      |
|                           | 8/3  | BPMC     | 1.0      |
|                           | 8/3  | イソプロチオラン | 1.2      |
|                           | 8/17 | イソプロチオラン | 0.7      |
|                           | 4/27 | ベンチオカーブ  | 1.2      |
|                           | 6/8  | ベンチオカーブ  | 0.8      |
|                           | 8/3  | BPMC     | 0.9      |
| 江川崎<br>広見川                | 8/17 | イソプロチオラン | 0.6      |
|                           | 6/22 | IBP      | 0.5      |
|                           | 7/20 | IBP      | 0.6      |
|                           | 6/22 | IBP      | 0.6      |
|                           | 7/20 | IBP      | 0.7      |
|                           | 7/20 | IBP      | 0.7      |
|                           | 7/20 | BPMC     | 0.8      |
|                           | 8/3  | BPMC     | 0.6      |
|                           | 6/22 | IBP      | 0.5      |
|                           | 7/20 | IBP      | 0.6      |
| 勝間<br>沈下橋<br>渡川大橋<br>後川大橋 | 6/22 | IBP      | 0.5      |
|                           | 7/20 | IBP      | 0.6      |
|                           | 6/22 | IBP      | 0.6      |
|                           | 7/20 | IBP      | 0.7      |
|                           | 7/20 | IBP      | 0.7      |
|                           | 7/20 | BPMC     | 0.8      |
|                           | 8/3  | BPMC     | 0.6      |

四万十川水系では主に1995年に調査を行った。窪川町口神の沈下橋ではBPMC, IBP, フルトラニルおよびイソプロチオランが検出された。西土佐村江川崎の広見川(四万十川支流)ではベンチオカーブ, BPMC, イソプロチオランが検出された。下流の中村市勝間の沈下橋と渡川大橋では, 6月から7月にかけてIBPが, 後川大橋ではBPMCとIBPが検出された(第6表)。

中筋川ではBPMCが1996年7月10日に0.5ppb, ベンチオカーブが1997年5月6日に0.6ppbそれぞれ検出された。

### 考 察

調査結果について検討したところ最も特徴的なことをあげると, 高知県の河川水中の農薬濃度は他県の調査と比較して低いということであろう。実際, 今回の調査でも野根川, 羽根川, 奈半利川, 安田川などでは農薬が全く検出されなかった。また, その他の河川でも検出頻度, 濃度共に低いことが多かった。この要因としては, 第一に他県に比べて水田が少ないこと, 第二に, 水が豊富なことが考えられる。本県は面積の84%を林野が占め, 耕地面積が少ないうえに野菜, 果実生産が盛んで大規模に水稻を栽培する農家は県中央部を除いて少ない。中でも県東部においては水稻の作付けは少なく, 高知統計情報事務所の資料によると, 平成9年度の上記4河川の流域における水稻作付け面積は1河川当たり約220haで仁淀川流域の2,200haや四万十川流域の3,800haと比べ特に小さい。また, 我が

国の年間平均降水量はおおよそ1,800mmであるのに対し本県のそれはおおよそ2,600mmと多く、しかもその約70%にあたる1,900mmが水稻栽培時期である4～9月に集中している。さらに、地形が急峻であることから、大量の水が一度に河川に流入することにより河川水中の農薬は急激な希釈を受けると考えられる。これらの理由から、東部河川の多くで農薬が検出されなかったことは理解できる。

次に、多くの農薬が検出された国分川水系の調査結果のうち、ベンチオカーブについて他県のデータと比較してみた。神奈川県の水田地帯における飯塚らの調査<sup>1)</sup>では河川水中の最高濃度は17～18ppbであり、ほとんど検出されなくなるまで約5週間を要している。また、佐賀県のクリークの調査<sup>4)</sup>では19.8ppb、秋田県では八郎潟排水路<sup>8)</sup>で12.7ppb、千葉県小櫃川流域の調査<sup>3)</sup>では17.2ppbと同レベルの値を示している。さらに、農薬の水田土壌への吸着、流水中の分解、増水による希釈などがあるにもかかわらず、水を反復使用することによって下流では除草剤の濃度が高まってゆくとの報告<sup>1,5)</sup>もある。

本県の水田地帯である国分川水系における調査では、ベンチオカーブの最高濃度は1996年5月7日の水門における4.1ppbであり他県に比べ低濃度であった。また、検出されなくなるまで2～3週間と期間が短かった。この採水地点は水が非常に停滞しやすく、農薬濃度が高くなりやすいことを考慮すれば、本県の調査結果は特異的であるといえる。この理由としても、前述の気象条件と急峻な地形が考えられる。つまり、平野が狭く水田から河川までの距離が短いために水が反復使用される機会が少なく、他県で見られたような濃度加算は少ないものと考えられる。

一方、この地域の田植えは、4月上中旬に最盛期を迎えるが、除草剤ベンチオカーブの環境中の濃度は田植え後3～4週間を経た5月上旬にピークとなることが多い。このように、田植え後3～4週間経た頃に除草剤の流出のピークが現れることについては、飯塚らの調査結果<sup>1)</sup>と類似している。

殺虫剤のなかではBPMCが毎年検出されたが、MEPやエトフェンプロックスは、ほとんど検出されないか検出されても極くわずかであった。これは、BPMCの水溶解度が高く他の2剤が水に溶けにくいこ

とを考慮すれば理解しやすい。

殺菌剤IBPの消長を見ると、毎年6月中下旬にピークがあるが、これはこの時期に発生し易いもち病の防除薬剤として使用されたと思われる。しかし、1995年の調査で5月上旬に用水路で9.1ppb検出されたことについては、時期的にもいもち病防除よりはむしろ、この時期に活動が活発となるスクミリングガイ防除のために使用されたと考えられる。

以上のようにベンチオカーブやIBPが低濃度とは言え検出されると、生物濃縮などにより人体や水生生物に影響が出るのではないかと考えられる。しかし、金澤<sup>2)</sup>によれば河川水中の農薬の半減期はベンチオカーブで2～12日、IBPで0.5～2.1日であり、水中で速やかに分解されるため長期間安定して環境中に留まるとは考えにくい。また、ベンチオカーブの48時間半数致死濃度<sup>6)</sup>はヒメダカで1,600～4,400ppb、ドジョウで7,200ppbであり、IBPのそれはヒメダカで3,700～16,000ppb、ドジョウで500～4,900ppbであることから、今回の調査で検出されたレベルの濃度であれば、環境に対する負荷も軽微なものと考えられる。

## 引用文献

- 1) 飯塚宏栄・岩撫才次郎(1982). 用水と廃水. 24: 629-635.
- 2) 金澤 純(1992). 農薬の環境科学. 東京. 合同出版. P.160.
- 3) 加藤三奈子・丸 諭(1979). 水田除草剤使用時におけるベンチオカーブ、モリネート、CNPの水系での消長. 農薬学会要旨 P.339.
- 4) 御厨初子・宮原和夫(1980). 佐賀平坦地のクリーク水中の農薬の消長. 農薬学会要旨 P.148.
- 5) 中村幸二・柴 英雄・長谷川英世(1985). 水田および水田周辺における数種除草剤の消長. 埼玉農試研報. 41: 73-93.
- 6) 田中二良(1978). 水生生物と農薬. 東京. サイエンス社. P.210-258.
- 7) 上杉康彦・上路雅子・腰岡政二(1997). 最新農薬データブック. 東京. ソフトサイエンス社. PP.435.
- 8) 山谷正治(1980). 環境水中における農薬の時期別推移について. 秋田農試病虫部成績.



### Summary

During the period 1994-1997, the concentrations in water of several kinds of pesticides applied to paddy fields were examined in the main rivers in Kochi Prefecture and in the irrigation canals which ran on the periphery of paddy fields.

1. A herbicide, thiobencarb, was mainly detected in the irrigation canals which ran on the periphery of paddy fields and by water gates in the lower reaches of the canals. But, it became undetectable in about 2-3 weeks after reached its peak of a maximum concentration of 4.1 ppb.
2. For insecticides, BPMC was detected with frequency, while MEP and etofenprox were rarely detected.
3. For fungicides, although IBP, isoprothiolane and flutolanil were detected, they became undetectable in 1-2 weeks after their highest concentrations were observed.
4. The concentration of pesticides in river water in Kochi Prefecture was lower than in other prefectures and fell rapidly with time.
5. Any pesticides targeted in the examination were not detected in the None river, Hane river, Nahari river and Yasuda river among the rivers in the eastern part of Kochi Prefecture.

Key words: pesticide survey, river water, irrigation canal.