

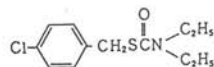
## 29. ベンチオカーブ

[物質名] ベンチオカーブ

CAS番号: No. 28249-77-6

別名 (ISO): thiobencarb; サターン

化学名 (IUPAC): S-4-chlorobenzyl diethylthiocarbamate



### 29.1 物理化学的性状<sup>1) 2) 3) 4) 6) 18)</sup>

ベンチオカーブは無色(帯黄色)の液体で、比重は1.16で水より重く、融点は3.3°Cである。沸点はかなり高く、蒸気圧が非常に小さいため、殆ど蒸発しないと考えられる。水には殆ど溶けないが、多くの有機溶媒に溶解する。酸性、中性、塩基性領域で安定していて、また熱にも安定している。ベンチオカーブのオクタノール/水分配係数は比較的大きいので、土壌にかなり吸着される可能性が大きい。生物濃縮係数も大きくないので、水生生物に高濃縮される可能性は小さい。

分子式(分子量):  $C_{12}H_{16}ClNOS$ (257.8)

性状(外観): 無色液体; 帯黄色液体

比重:  $d(20/20)$  1.16

沸点: 126~129°C/0.008mmHg

融点: 3.3°C

凝固点: 不明

屈折率: 不明

蒸気圧:  $2.2 \times 10^{-5}$  mmHg(23°C); 0.35 mmHg(109°C)

溶解度(水): 約30ppm

溶解性: 有機溶媒に可溶

安定性: 酸性・塩基性で安定; 100°C、7日間の熱処理で安定

オクタノール/水分配係数: 3.3(対数値)<sup>6)</sup>; 3.42(対数値)<sup>3)</sup>

生物濃縮係数(BCF): 20~100(淡水魚)<sup>18)</sup>

### 29.2 生産量及び用途<sup>1) 2) 9)</sup>

ベンチオカーブはクミアイ化学によって開発された水田除草剤であり、1970年から主要水田雑草であるノビエ、コナギ、マツバイなどに対して、播種期から本田中期にわたって広い生育段階で使用されている。またプロメトリンとの混合により、麦類、豆類、芋類、野菜類の除草に適用されている。

ベンチオカーブの生産量、輸入量及び輸出量は農業取締法により把握され、下記の通りである。1975年に最高使用量となり、それ以降減少傾向にあるが、近年最も多量に用いられている水田除草剤の一つである。

国内原体内生産量(トン) 1983~1989: 9275, 6275, 5150, 4259, 5071, 5005, 4798t

原体輸出量・輸入量(1986): 輸出量=2504 トン

用途: 除草剤(ファホパイト系); 主に稲(ノビエ・マツバイ)従として野菜・豆類等

### 29.3 分析方法<sup>6) 7)</sup>

現時点の水中ベンチオカーブの一般的な測定方法は溶媒抽出または固相抽出の前処理方法と、キャピラリーカラムGC-MSまたはキャピラリーカラムGC-FTD、ECDを組み合わせたものである。但し、汚濁の著しい試料水及びキャピラリーカラムGC-ECDの組合せは前処理に引き続いて、フロリジルカラムクロマトグラフィーによるクリーンアップ操作が必要である。

前処理方法のヘキサン抽出、ジクロロメタン抽出及び固相抽出の回収率はいずれも良好である。ベンチオカーブ成分だけの分析ではヘキサン抽出を、多成分同時分析ではジクロロメタン抽出または固相抽出の前処理方法を使用する。溶媒抽出では、試料水1Lに塩化ナトリウム50gを加え、溶媒100mlで2回抽出し、無水硫酸ナトリウムで脱水する。これにn-ヘキサン100mlを加えてKD濃縮器及び窒素吹き付けで正確に1mlに濃縮する。固相抽出では、試料水1Lを分液ロートに採取し、アスピレータによる減圧下、約25ml/minの流速でカートリッジに通水する。通水終了後、アセトン5mlで溶出させ3%塩化ナトリウム水溶液100mlを加え、ジクロロメタン50mlで2回抽出し、無水硫酸ナトリウムで脱水する。これにn-ヘキサン50mlを加えてKD濃縮器及び窒素吹き付けで正確に1mlに濃縮する。これら濃縮液の一定量をGC-MSまたはGC-FTD、ECDに注入して、定量する<sup>6)</sup>。この分析法による定量下限値はGC-MSで0.01ppb、GC-FTD、ECDで0.2ppb、0.1ppbである<sup>7)</sup>。但し、環境庁環境保健部(1993年)の平成4年度化学物質分析法開発調査報告書<sup>6)</sup>では、GC-MSの定量下限値を0.3ppbとしている。

濃縮法<sup>6)</sup>: 溶媒抽出(n-ヘキサン)の回収率94%<sup>(1)</sup>

; 溶媒抽出(ジクロロメチレン)の回収率92%<sup>(2)</sup>

; 固相抽出(Sep-pack C<sub>18</sub>)の回収率86、94、98%<sup>(3)</sup>

注<sup>(1)</sup>蒸留水1Lに標準品農薬0.25μg添加し、塩化ナトリウム30gを溶解させた後、ヘキサン100mlで1回振とう抽出した。この時の回収率である。

注<sup>(2)</sup>蒸留水1Lに標準品農薬0.25μg添加し、塩化ナトリウム30gを溶解させた後、塩化メチレン100mlで1回振とう抽出した。この時の回収率である。

注<sup>(3)</sup>蒸留水1Lに標準品農薬1.0μg、0.5μg、0.33μg添加した水溶液をSep-Pak C<sub>18</sub>カートリッジカラムに通した。この時の回収率である。

### 29.4 環境中での挙動<sup>8) 9) 10) 11) 12) 13) 14) 15) 16) 17)</sup>

ベンチオカーブは水稲用除草剤として使用され、環境中に放出される。環境中に放出された多くは、最初土壌、水、茎葉に存在する。

ベンチオカーブの水の中半減期は4~6日であるとされている。しかし、環境庁環境保健部<sup>9)</sup>は分解性スクリーニングで、水中のベンチオカーブは5日間暗所、明所(光照射)にて約8%しか分解しないと報告し、一方石川ら<sup>9)</sup>は水中のベンチオカーブは速やかに光分解されると報告している。また過酸化水素が共存すると分解速度は著しく速まる<sup>10)</sup>。

ベンチオカーブは揮散しやすく、水の蒸発と比例して共蒸留される。しかし、ベンチオカーブの水溶液に土壌を入れると、ベンチオカーブは速やかに土壌に吸着され、揮散は著しく抑えられる<sup>10)</sup>。水溶液から揮散し、大気中に移行したベンチオカーブは太陽光で速やかに分解する<sup>9)</sup>。

土壌中における分解速度は酸化的条件下(畑地)で早く、還元条件下(水田)で遅い。同じ灌水条件でも、浅水は深水より分解速度が早い<sup>11) 12)</sup>。ベンチオカーブは殺菌土壌ではほとんど分解しない<sup>11)</sup>。土壌中のベンチオカーブは脱エテル、エステル結合の加水分解、イオウの酸化、



表1 ベンチオカーブの水生生物に及ぼす毒性影響

供試生物	試験及び評価方法	結果	参考文献
<b>I. 淡水生物</b>			
<i>Daphnia magna</i> (ミジンコ)	96時間 LC <sub>50</sub>	1.2 mg/L	8
<i>Brachionus ureolaris</i> (ワムシ)	6日間 EC <sub>50</sub>	0.056 mg/L	11
<i>Moina macrocopa</i> (タマミジンコ)	産仔数 EC <sub>50</sub>	0.066 mg/L	11
<i>Culex pipiens</i> L. (蚊の幼虫)	96時間 LC <sub>50</sub>	7.0 mg/L	3
コイ	原体、24時間 T L m	1.7 mg/L	4
コイ	96時間 LC <sub>50</sub>	1.5 mg/L	6
コミズムシ (若令幼虫)	原体、48時間 T L m	3.5 mg/L	5
チビミズムシ (若令幼虫)	乳剤、48時間 T L m	7.3 mg/L	5
フタバカゲロウ (若令幼虫)	乳剤、48時間 T L m	1.2 mg/L	5
シオカラトンボ (若令幼虫)	乳剤、48時間 T L m	5.7 mg/L	5
アキアカネ (若令幼虫)	乳剤、48時間 T L m	10 mg/L	5
Steelhead (淡水魚)	96時間 LC <sub>50</sub>	0.79 mg/L	7
Chinook salmon (淡水魚)	96時間 LC <sub>50</sub>	0.76 mg/L	7
Chanel catfish (淡水魚)	96時間 LC <sub>50</sub>	1.8 mg/L	7
Striped bass (淡水魚)	96時間 LC <sub>50</sub>	0.76 mg/L	7
Orcoectes nais (淡水魚)	96時間 LC <sub>50</sub>	2.0 mg/L	8
<i>Procambarus clarki</i> (淡水魚)	96時間 LC <sub>50</sub>	6.5 mg/L	8
<i>Salmo gairdneri</i> (ニジマス)	96時間 LC <sub>50</sub>	1.2 mg/L	8
<i>Ictalurus punctatus</i> (ナマズ)	96時間 LC <sub>50</sub>	2.3 mg/L	8
<i>Lepomis macrochirus</i> (ブルーギル)	96時間 LC <sub>50</sub>	1.7 mg/L	8
マゴイ	48時間 T L m	1.5 mg/L	7
ワキン	48時間 T L m	3.6 mg/L	7
ヒメダカ	48時間 T L m	4.4 mg/L	7
ドジョウ	48時間 T L m	7.2 mg/L	7
オタマジャクシ	48時間 T L m	3.5 mg/L	7
ミジンコ	3時間 T L m	0.75 mg/L	7
セスジミジンコ	3時間 T L m	0.68 mg/L	7
タマジミジンコ	3時間 T L m	0.50 mg/L	7
レッドスネル	48時間 T L m	15 mg/L	7
カワニナ	48時間 T L m	5.0 mg/L	7
マルタニシ	48時間 T L m	5.8 mg/L	7
サカマキガイ	48時間 T L m	5.2 mg/L	7
アサリ	96時間 T L m	0.80 mg/L	7
アメリカザリガニ	72時間 T L m	14 mg/L	7
<b>II. 海水生物</b>			
<i>S. costatum</i> (海水珪藻)	細胞数、96時間 EC <sub>50</sub>	0.650 mg/L	1
	吸光度、96時間 EC <sub>50</sub>	0.640 mg/L	1
<i>S. costatum</i> (海水珪藻)	96時間 EC <sub>50</sub>	0.39 mg/L	10
<i>Wysidopsis bahia</i> (海水エビ)	96時間 LC <sub>50</sub>	0.33 mg/L	2
<i>Gammarus pseudolimnaeus</i> (Amphipod アミ)	96時間 LC <sub>50</sub>	1.0 mg/L	8
<i>Cyprinodon variegatus</i> (海水魚) (Sheepshead minnow)	96時間 LC <sub>50</sub>	1.37 mg/L	2
ブリ稚魚	粒剤 7%、24時間 T L m	2.4 mg/L	4

表1 ベンチオカーブの水生生物に及ぼす毒性影響 (つづき)

供試生物	試験及び評価方法	結果	参考文献
<i>Leuresthes tenuis</i> (海水魚)			
	0日魚、止水、96時間 LC <sub>50</sub>	0.269 mg/L	9
	0日魚、流れ系、96時間 LC <sub>50</sub>	0.267 mg/L	9
	7日魚、止水、96時間 LC <sub>50</sub>	0.549 mg/L	9
	7日魚、流れ系、96時間 LC <sub>50</sub>	0.247 mg/L	9
	14日魚、止水、96時間 LC <sub>50</sub>	0.660 mg/L	9
	14日魚、流れ系、96時間 LC <sub>50</sub>	0.386 mg/L	9
	28日魚、止水、96時間 LC <sub>50</sub>	0.522 mg/L	9
	28日魚、流れ系、96時間 LC <sub>50</sub>	0.362 mg/L	9
<i>Menidia menidia</i> (海水魚) (Atlantic silverside)			
	0日魚、止水、96時間 LC <sub>50</sub>	0.531 mg/L	9
	0日魚、流れ系、96時間 LC <sub>50</sub>	0.380 mg/L	9
	7日魚、止水、96時間 LC <sub>50</sub>	0.400 mg/L	9
	7日魚、流れ系、96時間 LC <sub>50</sub>	0.199 mg/L	9
	14日魚、止水、96時間 LC <sub>50</sub>	0.840 mg/L	9
	14日魚、流れ系、96時間 LC <sub>50</sub>	0.455 mg/L	9
	28日魚、止水、96時間 LC <sub>50</sub>	0.703 mg/L	9
	28日魚、流れ系、96時間 LC <sub>50</sub>	0.674 mg/L	9
<i>Menidia peninsulac</i> (海水魚) (Tidewater silverside)			
	0日魚、止水、96時間 LC <sub>50</sub>	0.560 mg/L	9
	0日魚、流れ系、96時間 LC <sub>50</sub>	0.328 mg/L	9
	7日魚、止水、96時間 LC <sub>50</sub>	0.324 mg/L	9
	7日魚、流れ系、96時間 LC <sub>50</sub>	0.383 mg/L	9
	14日魚、止水、96時間 LC <sub>50</sub>	0.511 mg/L	9
	14日魚、流れ系、96時間 LC <sub>50</sub>	0.455 mg/L	9
	28日魚、止水、96時間 LC <sub>50</sub>	1.405 mg/L	9
	28日魚、流れ系、96時間 LC <sub>50</sub>	0.865 mg/L	9

\* なお、図中から読みとった参考値として、ミジンコ (*D. magna*) の48時間 LC<sub>50</sub>は、1.9~2.1mg/L、同様にタマミジンコ (*Moina macrocopa*) の場合、1.8~2.1mg/Lである<sup>12)</sup>。

参考文献

- Walsh, G.E., et al. (1980) A marine bioassay method: results with pesticides and industrial wastes. *Water Air and Soil pollution*, 13, 45-55.
- Schimmel, S., et al. (1983) Acute toxicity, bioaccumulation, and persistence of AC 222,705, Benthicocarb, Chlorpyrifos, Fenvalerate, Methyl Parathion, and Permethrin in the estuarine environment. *J. Agri. Food Chem.*, 31, 104-113.
- Gaoub, I.A. et al. (1981) Joint action of six herbicides with malathion against mosquito larvae of *Culex pipiens* L.. *Toxicology*, 20, 61-70.
- 馬場啓輔ら (1974) 農業の海水魚に対する毒性II. 静岡水質試験研究報告、9、43-52.
- 西内康浩 (1981) 農業の水生動物に対する影響評価I. *生態化学*、4、31-46.
- 西内康浩ら (1972) 農業検査報告、122
- Finlayson, B.J. and Faggella, G.A. (1986) Comparison of laboratory and field observations of fish exposed to the herbicides molinate and thibencarb. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 115, 882-890.
- Sanders, H.O. and Hunn, J.B. (1982) Toxicity, bioconcentration, and depuration of the herbicides Bolero 8EC in freshwater invertebrates and fish. *Bul. Japan Soc. Sci. Fish.*, 48, 1139-1143.
- Borthwick, P.W., et al. (1985) Comparative acute sensitivities of early life stages of atherinid fishes to Chlorpyrifos and Thiobencarb. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 14, 465-473.
- Walsh, G.E., et al. (1987) Comparison of the EC50s of algal toxicity tests calculated by four methods. *Environ. Toxicol. Chem.*, 6, 767-770.
- 畠山成久 (1988) ワムシ、ミジンコ及びユスリカの増殖に及ぼす水中及び食物中の除草剤の影響、国立公害研究所研究報告第114号、59-71.
- Hatakeyama, S. and Sugaya, Y. (1989) A freshwater shrimp (*Paratyia compressa improvisa*) as a sensitive test organism to pesticides. *Environ. Pollution*, 59, 325-336.

### 29.7 処理方法<sup>1), 2)</sup>

水中のベンチオカーブを除去する方法には活性炭吸着とオゾン処理がある。ベンチオカーブの活性炭による吸着性は他の農薬に比べるとあまりよくないが、オゾン処理に対しては易分解性であるとされている。凝集沈澱-砂ろ過-オゾン処理-粒状活性炭ろ過より成るあるパイロットプラント(処理水量10m<sup>3</sup>/日)を用いた実験の結果では、原水に5μg/Lの濃度で添加したベンチオカーブが、各段階の処理水中ではそれぞれ66、54、1、及び0%に減少した。また、オゾン処理-粒状活性炭ろ過のある室内実験では、原水中のベンチオカーブ濃度10μg/Lに対して除去率77.7%がえられている。ベンチオカーブがオゾン分解されると、4-クロロベンゼンメタノール、4-クロロベンズアルデヒド、及び4-クロロベンゾイックアシッドが生成される。ベンチオカーブは塩素処理でも分解されるが、クロロトルエン、クロロベンズアルデヒド、クロロベンジルクロライド、エチルクロロベンゾエート、クロロベンジルアセテート、クロロベンジルアルコール等が生成されることに注意する必要がある。

### 参考文献

- 1) 相沢貴子、高木博夫、真柄泰基、武田明治、安藤正典(1991) 公共用水域における開放系使用化学物質の動態及び安全性等に関する研究、環境保全成果集、平成3年3月、9-1~9-19.
- 2) 相沢貴子、高木博夫、真柄泰基、武田明治、安藤正典(1992) 公共用水域における開放系使用化学物質の動態及び安全性等に関する研究、環境保全成果集、平成4年3月、12-1~12-30.

### 29.8 法規制等

#### (1) 規制対象物質の指定

農薬取締法

#### (2) 労働環境大気許容基準

#### (3) 環境水水質基準

#### (4) 飲料水水質基準

#### (5) 発がん性評価