

## ベンチオカーブ剤の水田および河川における消長

築地邦晃・小澤龍生・飯村茂之\*

Persistence of Benthocarb Herbicide in Paddy Field and Rivers

by

Kuniaki TSUKIJI, Tatsuo OZAWA and Shigeyuki IIMURA

### 目 次

I はじめに	2. 水田における濃度消長
II 調査場所および調査方法	3. 河川における濃度消長
1. 調査地域、地点の概況	4. 河川への薬剤流出量の推定
2. 薬剤施用法、試料採取方法	IV 要 約
3. ベンチオカーブ分析方法	引用文献
III 結果および考察	英文摘要
1. 調査時の概況	

### I はじめに

非ホルモン型移行性のチオカーバメート系除草剤ベンチオカーブ〔サターン剤、S-(4-chloro-benzyl)N,N-diethylthiocarbamate〕は、水稲に対し安全性が高く優れた殺草力を有すること等から中期除草剤として多用されている。岩手県においても使用量が多く<sup>1)</sup>、雑草防除の労力軽減に大きく貢献している。

一方、環境保全の立場からは一般に水田除草剤は溢水、漏水等により水系への流出がありうることから、河川に棲息する小動物、魚類に対する影響や養鯉場が隣接している場合の事故防止等について注意を払う必要がある。このため水田に施用された除草剤の濃度変化並びに付近一帯の水系に

おける残留の実態を把握することは、除草剤安全使用対策上の一指針になると思われる。

このような観点から昭和54年および55年に(財)日本植物調節剤研究協会の委託を受けてベンチオカーブ剤の追跡調査を実施したが、本報告はこの中で濃度分析結果を中心にとりまとめたものである。

本文に先立ち原稿の御校閲を頂いた農業技術研究所農薬化学第3研究室、能勢和夫室長に厚くお礼申し上げる。また、本調査の遂行に当り岩手県立農業試験場県南分場、新毛晴夫専門研究員の協力を得た。さらに渡部茂前環境部長には研究の遂行に際し常に御配慮を頂くとともに、斉藤博之専門研究員には適切な御指導を得た。ここに記して感謝の意を表する。

\* 盛岡病害虫防除所

## II 調査場所および調査方法

### 1. 調査地域、地点の概況

調査は岩手県花巻市湯本大畑（地域面積約300 ha）の灌漑用水取水口から北上川に至る約6 kmの水系について実施した。当地域は花巻市北部に位置し、水利等の諸条件に恵まれていることから耕地の大部分が水田として利用されている。なお昭和

51年に地域内の養鯉場でモリネート剤によると推定されるコイのへい死事故が発生したことから、付近一帯はモリネート剤使用規制区域に指定されている。

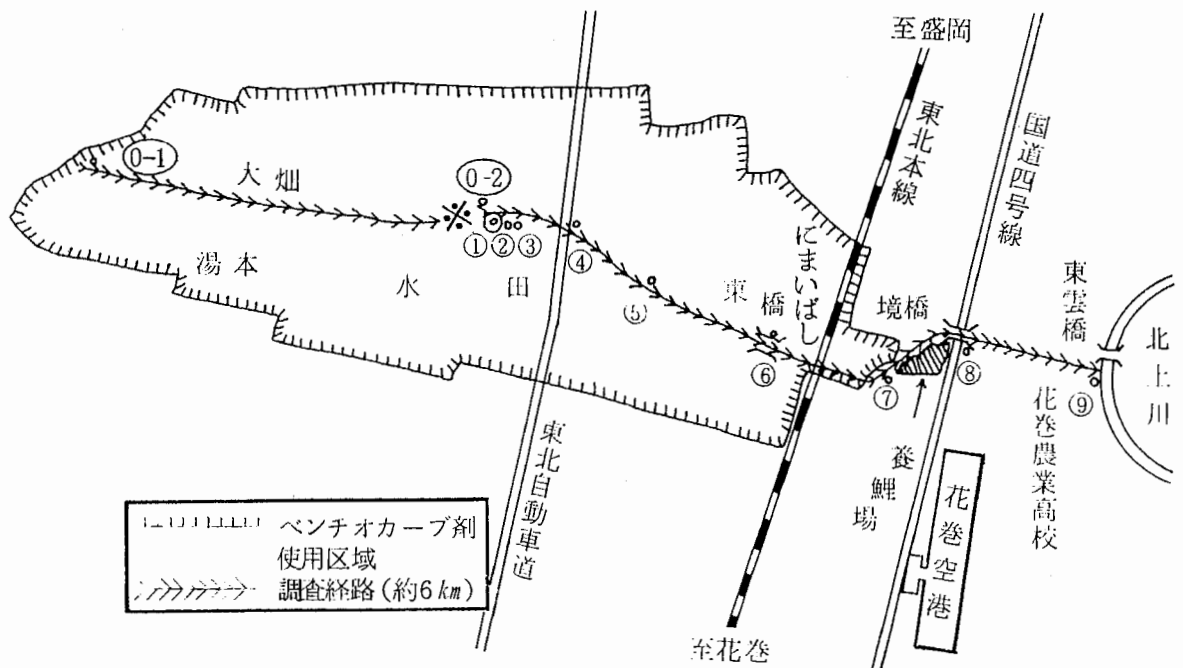
第1表に中期除草剤の使用状況を示したがベンチオカーブ剤の使用割合が多い。

第1図に調査地点図、第2表に各地点の概況を示した。調査年、時期により川幅、流路、流水量等が異なる場合があるが概ね同じ状況であった。

第1表 花巻市湯本地区で使用された中期除草剤

年 度	内 訳*(農薬名・%)	使 用 時 期	備 考
S・54	クミリードSM粒剤・75 サターンS 粒剤・20 その他 5	始期・6月第2半旬 盛期・6月第3半旬 終期・6月第4半旬	ベンチオカーブ成分量 クミリードSM粒剤(10%) サターンS 粒剤(7%)
S・55	クミリードSM粒剤・37 マメット 粒 剤・25 サターンS 粒剤・12 その他 26	始期・6月第1半旬 盛期・6月第2半旬 終期・6月第3半旬	

\* 湯本農協入庫調べによる。



第1図 調査地点略図

第2表 調査地点の概況

No	地点名	距離 (km)	概要	流量
0-(1)	地域取水口	散布水田上流 2.2	豊沢ダムからの幹線用水路の直下	少
0-(2)	用水取水口	" 0.05	地域取水口からの用水	少
1	小排水(1)	散布水田隣接水路	散布水田わきの小排水路	微
2	" (2)	" 下流 0.005	散布水田直下の小排水路	微
3	" (3)	" 0.01	散布水田より 10m下流の小排水路	微
4	高速道路下	" 0.2	地域内を流れる幹線排水路	中
5	リコー附近	" 0.8	地域内南部を流れる幹線が流入	多
6	東橋下	" 1.6	化学工場等あるが排水は別ルートでNo.5と同じ	多
7	養鯉場取水口	" 2.2	中期除草剤使用期、養鯉場では幹線水路の取水を中止する。生活污水の流入あり。	中
8	境橋下	" 2.5	隣接の花巻空港が拡張工事されており状況が変わりつつある。生活污水の流入あり。	多
9	北上川合流点	" 3.6	北上川合流点より 20 m下流	-
※	散布水田	-	土壌条件・滝川統(細粒グライ台地土) 減水深・0.5 <sup>cm</sup> 白、用水・豊沢川 5月15日 稚苗機械移植	-

2. 薬剤施用法、試料採取方法

水深等を合わせて計測した。

試験水田における薬剤施用は、昭和54年；6月4日(アキヒカリ移植後20日)、昭和55年；6月9日(トヨニシキ移植後25日)にそれぞれクミリードSM粒剤(ベンチオカーブ・10%、シメトリン・1.5%、MC PBエチル・0.8%)を3kg/10a 手動式散粒機で散布した。試料の採取は各調査地点から薬剤使用1ヶ月前、同6時間後、同1日後、同3日後、同5日後、同7日後および以後35日後まで週1回毎に行なった。採水の方法は金属性のバケツまたはひしゃくを用い、水深の中位を採取するようにして約2ℓをガラスびんに移し2~3日以内に分析に供した。なお採水時に水温、pH、河川の流速、川幅、

3. ベンチオカーブ分析方法

試料水はろ過を行わず上澄液1ℓを分液漏斗に移しジクロロメタン250mlで2回抽出し、脱水、溶媒留去後アセトンで2ml定容としてガスクロマトグラフィーを行ない、絶対検量線法により定量した。第3表に分析条件を示したが、本試験法の検出限界はベンチオカーブ最小検出量1ng、試料水・1ℓ、最終液量・2ml、ガスクロマトグラフ注入量・4μℓであるので0.5ppbとなった。また回収率はベンチオカーブ標準品10ppbと良好であった。

第3表 ガスクロマトグラフィー条件

年 度	S. 5 4	S. 5 5
機 種	島津GC-6AM	
検 出 器	FPD-Sフィルター	
カラム充てん剤・カラム長さ	3% PEG-20M/ GaschromQ(80-100)・1.5m	2% DEGS/ GaschromQ(80-100)・1m
カラム温度	170℃	180℃
窒素流量	40 ml/min	40 ml/min
ベンチオカーブ保持時間	約3.0分	約2.7分

Ⅲ 結果および考察

1. 調査時の概況

調査期間中の気象は、54年6月初旬から月末まで高温少照が続き特に最低気温は平年を大きく上まわった。降水量は6月8日に梅雨入り（平年より8日早い）となり、6月第4、6半旬に多かった。55年は6月中旬まで高温多照であったが、下旬からオホーツク海高気圧が南下し以後しばらく低温少照、多雨に経過した。河川の流量に影響の大きい降水量について第4表に示した。

試料採取時の水温は灌漑用水取水口が全期間低かったことと、流れが停滞気味の地点が高かった以外はあまり差がなかった。なお全地点を調査するのに要した時間は移動分も含め約2時間半であった。

調査期間を通じて魚類の浮上あるいはへい死等はなく、水田では散布1～3日後でもミジンコ等の活動が観察された。また、北上川合流地点ではハヤ等の稚魚が多数見られたことから、薬剤による直接的な影響はなかったものと考えられる。

その他河川の幅、水深、流速等を調査したが、それらの結果をもとに各地点の流量を概算し、第5表に示した。また水田から北上川に至る約3.6kmを水が流れるのに要する時間は、試算によると、およそ2時間から2時間半と推定された。

第4表 調査期間中の降水量

(54年)			
月	日	(散布後日数)	降水量(mm)
6.	8 - 9	( 4 - 5 )	8
	11	( 7 )	6
	16 - 17	( 12 - 13 )	3
	18	( 14 )	19
	19 - 21	( 15 - 17 )	21
	25 - 26	( 21 - 22 )	31
7.	27 - 29	( 23 - 25 )	13
	1 - 2	( 27 - 28 )	16
	5	( 31 )	5

(55年)			
月	日	(散布後日数)	降水量(mm)
6.	9	( 0 )	32
	17	( 8 )	77
	26	( 17 )	6
	29	( 20 )	8
7.	3	( 24 )	30
	6 - 7	( 27 - 28 )	24
	11 - 12	( 32 - 33 )	23
	14 - 15	( 35 - 36 )	47

注) 観測地点：紫波

第5表 各地点の流量(概算値)

(ℓ/秒)

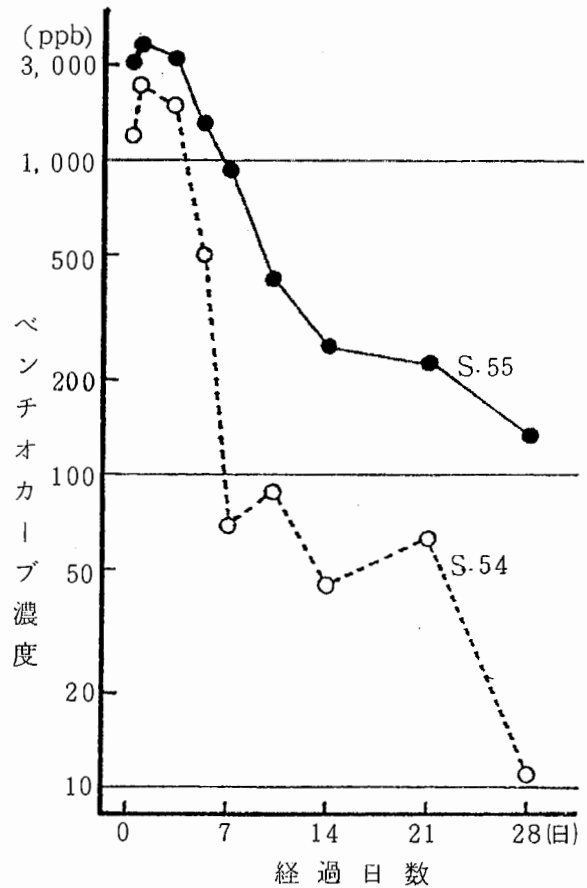
年度	経過時間	調 査 地 点										
		0-(1)	0-(2)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
S. 54	散布前	3	7	/	-	-	158	142	201	103	334	-
	7日後	32	8	/	-	-	192	139	145	-	132	-
	14 "	-	-	/	-	-	485	362	370	-	147	-
	21 "	34	13	/	-	-	406	300	297	-	84	-
	28 "	-	-	/	-	-	558	613	989	719	1,424	-
	35 "	19	7	/	-	-	593	619	607	43	1,589	-
S. 55	散布前	4.4	17.6	/	-	-	1,125	878	1,125	57	1,657	-
	7日後	70	7.5	-	-	-	60	84	117	15	188	-
	14 "	-	-	-	-	-	56	180	205	22	160	-
	21 "	50	21	-	微	-	125	316	367	-	160	-
	28 "	-	-	微	微	-	569	1,325	1,500	-	1,600	-
	35 "	9	15	-	-	-	300	625	600	100	200	-

2. 水田における濃度消長

分析結果を第2図に示したが、調査年により多少濃度は違っているものの同じ様な消長を示し、施用1日後が最高(約2ppm)となりその後低下して28日後では0.1~0.01ppmの残留であった。55年が54年に比べ高濃度に推移したのは、55年の田面水深が平年に比べ浅水管理(約2cm)であったためと考えられた。

次にベンチオカーブの水田水における半減期を、施用1日後(最高濃度)から4週間後までの各分析値の対数をとって回帰式を求め、さらに半減期を求める公式に代入して算出した。

それらの結果を53年度分<sup>2)</sup>も含めて第6表に示したが半減期は4~6日であった。同様の試験を農試内水田(腐植質火山灰土壌、減水深約3cm<sup>白</sup>)で実施したところ約3日の半減期であった<sup>3)</sup>。石川ら<sup>4)</sup>の調査結果においても試験条件の違いにより減少速度に差が生じているが、特に土壌、気象条件の影響を受けるものと考えられる。



第2図 水田におけるベンチオカーブ濃度消長

第6表 水田におけるベンチオカーブの減衰

年 度	回 帰 式 *	半 減 期
S. 53**	$\log y = -0.055x + 2,881 (r = -0.926)$	5.5日
S. 54	$\log y = -0.073x + 2,990 (r = -0.873)$	4.1日
S. 55	$\log y = -0.048x + 3,323 (r = -0.947)$	6.3日

\* x:経過日数、y:ベンチオカーブ濃度(ppb)

\*\* 54年、55年と同じ水田で調査、濃度分析は(財)日本食品分析センターが実施。

3. 河川における濃度消長

第7表に分析結果を示した。地点1~3は水田に隣接した小排水路であるが、流れも少ないことから54年の結果のように水田より高濃度になる場合があった。

また、地点1が地点2に比べ低濃度となったのは、水田内の薬剤成分が主に入水時、降雨時に限り流出したためと推定された。小排水路より下流の地点4(高速道下)から北上川合流点(地点9)に至る各地点の濃度は、調査年により多少ばらつきはあるが経時的变化は同様の傾向であり、散布後14~28日で0.01~0.001ppmのオーダーとなり、

同35日後ではわずかに検出される程度まで低下した。各調査地点と濃度との間には一定の傾向は認められなかったが、灌漑水の取水口(0-(1)、0-(2))でもベンチオカーブが検出されたことからさらに上流での薬剤使用、またリコー付近(地点5)では濃度が高くなっていることから他の水系からの成分流入等が推察された。なお、濃度が最高に達した時期は54年が6月18日、55年が6月16日であったが、いずれも薬剤使用盛期とほぼ一致した。同様の結果が加藤ら<sup>5)</sup>、中村<sup>6)</sup>によっても報告されている。

第7表 河川水のベンチオカーブ濃度 (ppb)

年度	採水地点		0-(1)	0-(2)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	採取時期	月日	地域取水口	用水取水口	小排水(1)	小排水(2)	小排水(3)	高速道路下	リコー附近	東橋下	養鯉場取水口	境橋下	北上川合流点
S. 54	使用1ヶ月前	4.26	< 0.5	< 0.5	-	-	-	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
	" 7日後	6.11	0.9	5.2	108	355	3.8	9.3	13	3.7	2.7	1.9	
	" 14 "	6.18	-	-	13	285	18	110	120	56	4.7	6.2	
	" 21 "	6.25	0.7	5.7	88	125	2.9	8.3	5.1	11	73	3.6	
	" 28 "	7.2	-	-	44	22	5.5	9.8	11	7.9	6.0	1.0	
	" 35 "	7.9	-	0.5	13	9	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	
S. 55	使用1ヶ月前	4.28	< 0.5	< 0.5	-	-	-	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
	" 7日後	6.16	13.3	23.9	20.4	24.8	37.0	102	73.5	67.0	47.3	7.8	
	" 14 "	6.23	-	-	42.5	9.7	20.2	20.0	18.6	16.9	4.7		
	" 21 "	6.30	0.5	1.1	-	11.9	3.1	9.3	5.4	4.8	6.7	9.4	
	" 28 "	7.7	-	-	10.9	24.1	6.8	9.8	8.9	3.0	< 0.5	10.5	
	" 35 "	7.14	2.2	1.6	-	14.5	0.6	0.6	< 0.5	0.6	2.0	1.4	

4. 河川への薬剤流出量の推定

散布薬剤の水系への流出量を把握するため、第5表に示した流量(概算値)と濃度分析値からベンチオカーブ重量を求めたところ、55年度・境橋(地点8)においては  $\log y = -0.046x + 3.085$  ( $r = -0.977$ )( $x$ :経過日数、 $y$ :ベンチオカーブ重量)で表される減衰傾向を示した(第3図)。

そこで次の仮定によって流出量を推算した。  
(仮定) ベンチオカーブ剤を55年度実績に基づいて調査対象区域(300ha)に  $3 \text{ kg}/10 \text{ a}$ を一斉に散布する。成分の流出は前記調査地点において推定された重量の積算値に相当する量があったものとする。

(計算)

i) 農薬投下量  $\dots\dots 3 \text{ [kg]} \times \frac{300 \text{ [ha]}}{10 \text{ [a]}} = 9,000 \text{ [kg]}$

ii) 投下成分量  $\dots\dots$  第1表に示したようにクミリードSM粒剤は中期除草剤の中で37%使用され、サターンS粒剤は12%使用された。両薬剤のベンチオカーブ成分量は前者10%、後者7%であるので投下成分量は  $9,000 \text{ [kg]} \times (0.37 \times 0.1 + 0.12 \times 0.07) = 408.6 \text{ [kg]}$

iii) 流出成分量  $\dots\dots$  流量 [ $\ell/\text{秒}$ ]  $\times$  濃度 [ppb]  $\times 10^{-6} \times (60^2 \times 24)$

により1日当りのベンチオカーブ重量が求められる。

iv) 流出成分総量  $\dots\dots$  散布直後から成分が検出限界(0.5ppb)以下になる75日間の重量を積算した(第3図における斜線の面積に相当する)。

$$\ln y = ax + b$$

$$y = e^{ax+b}$$

$$\int_{t_1}^{t_2} y dx = \left[ \frac{1}{a} e^{ax+b} \right]_{t_1}^{t_2}$$

において

$$a = -0.046 / M = -0.1057$$

$$b = 3.085 / M = 7.1037$$

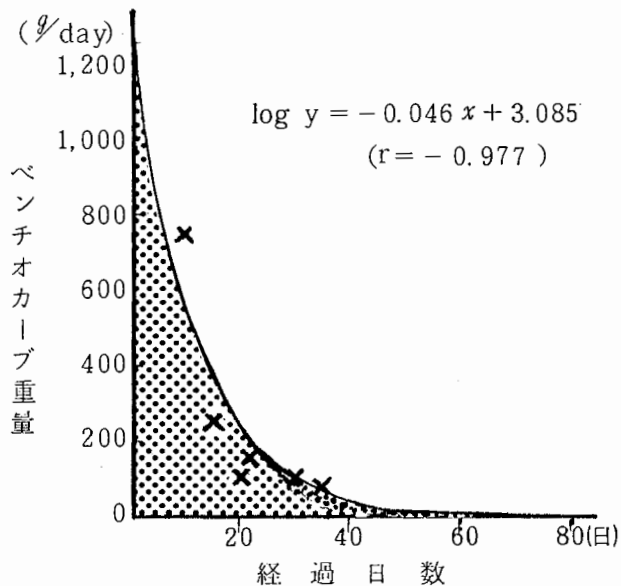
(ただし M は常用対数の模数)

$$t_1 = 0, t_2 = 75 \text{ を代入すると}$$

$$\text{積算値} = 11.5 \text{ [kg]}$$

v) 流出成分割合  $\dots\dots$  ii) および iv) の結果から

$$\frac{11.5 \text{ [kg]}}{408.6 \text{ [kg]}} \times 100 \approx 2.8 \text{ [%]}$$



第3図 1980年、地点8（境橋）におけるベンチオカーブ重量（×…実測値）

以上のように前記仮定に基づいた場合のベンチオカーブ流出割合は投下量に対し約3%であった。

この値が妥当なものであるかどうかは、このような試験例がほとんどないために判断するのが難しいが、実情に合っているとすれば面積が広域であるだけに決して少ない数値とはいえないであろう。

以上、ベンチオカーブの水系における残留実態を中心に述べてきたが、最後に水生動物に対する影響について考察したい。一般に除草剤の水生動物に対する毒性はコイ、ミジンコ等の半数致死濃度（TL<sub>m</sub>）で評価されている。ベンチオカーブの場合、マゴイ・1.5 ppm（48時間）、ミジンコ・0.75 ppm（3時間）<sup>7)</sup>などであるが、実態に則して安全性を評価することは大変難しい。モリネート剤のコイに対する貧血症状を伴う致死作用に示されるように<sup>8)</sup>、低濃度であっても重大な影響を及ぼす例もある。本調査では水田直下の小排水路を除く調査地点において最高濃度は0.1 ppm程度であった。

コイに対しては0.1 ppm水溶液に20日間放飼した試験で安全性が確かめられている<sup>9)</sup>ことから、ベンチオカーブ単独による直接的影響はないと推察される。

しかし、散布農薬が水田外に流出することは防除効果の面および環境保全の見地からも好ましいことではないので、使用に際しては使用基準を遵守するとともに適正な水管理の徹底を計るべきものと考えらる。

## IV 要 約

除草剤による魚類被害防止のための資料とするため1979～'80年にベンチオカーブの水系における消長を実態調査した。調査は花巻市湯本地区の灌漑水取水口から北上川に至る約6 kmの水系およびクミリードSM粒剤を散布した試験水田について行ない次の結果を得た。

1. 水田においては、散布1日後に最も濃度が高くなり、(約2 ppm)、その後4～6日の半減期で減少した。
2. 河川においては、ベンチオカーブ剤使用盛期になると水中濃度も増加し最高約0.1 ppmとなり、その後低下して1ヶ月後では0.001 ppm程度の残留となった。
3. 分析値および仮定に基づき薬剤成分の水系への流出率を推算したところ約3%であった。
4. ベンチオカーブの魚毒性と河川水中残留実態からみて、通常の使用法では水棲生物に対する同剤単独の影響はないと判断された。

## V 引用文献

- 1) 昭和56年度北海道・東北地区植物防疫協議会資料〔岩手県〕, 1982, p.66
- 2) 昭和53年度除草剤の水田と河川における濃度調査結果報告書〔日本食品分析センター〕, 1979
- 3) 昭和56年度病害虫防除に関する試験成績〔岩手県立農業試験場〕, 1982, p.118
- 4) 石川莞爾・浅野 護ら: 水田における除草剤ベンチオカーブの消失について 雑草研究, 21, 16 (1976)
- 5) 加藤三奈子・丸 論: 水田除草剤使用時における河川水中のベンチオカーブとモリネートの消長 千葉農試研報, 19, 127 (1978)
- 6) 中村幸二: 水田用除草剤の水中における消長雑草とその防除, 17, 34 (1980)
- 7) 農薬-デザインと開発指針-〔ソフトサイエンス社〕, 1979, p.1,076
- 8) 深津鎮夫: 魚類の貧血症とモリネートの関係 魚病研究談話会, 魚病シンポジウム要旨集2, 1977
- 9) サターン読本〔クマイ化学K.K.〕, 1977, p.88

Summary

Persistence of Benthocarb Herbicide in Paddy Field and Rivers.

by

Kuniaki TSUKIJI, Tatsuo OZAWA and Shigeyuki IIMURA.

On a standpoint of protecting fish from flowing herbicide, the persistence of Benthocarb [S-(4-chlorobenzyl)N,N-diethylthiocarbamate] in the paddy field applied Kumilido-SM and in the rivers (about 6km long) from irrigation water line to Kitakami river, Yumoto Hanamaki city Iwate Prefecture, was investigated from 1979 to 1980.

1. On the paddy field maximum concentration of Benthocarb (about 2 ppm) were observed 1 day after the application and their half lives were ranged from 4 to 6 days.
3. On the rivers the concentration increased in the prime of the herbicide application and their maximum were about 0.1ppm, then they decreased to 0.001ppm or so after a month.
3. About 3 percent of Benthocarb was estimated to flow into rivers by the calculation based on the analytical values and some supposition.
4. It might be concluded from the consideration of the fishtoxicity and the actual state of the persistence of Benthocarb in the rivers, that there is no influence of Benthocarb on aquatic animals as far as normal application were carried out.