除草剤ベンチオカーブの水田動物相に及ぼす影響

石橋 信義・伊藤 整志¹⁾ (佐賀大学農学部)

Effects of herbicide benthocarb on fauna in paddy field. Nobuyoshi ISHIBASHI and Seishi ITOH¹⁾ (Faculty of Agriculture, Saga University, Saga 840)

The three-times application of herbicide benthocarb through the rice growing period was investigated on fauna in the soil and flooded water in the rice paddies. Nematodes in soil: There were no significant differences in the total number of individuals collected between the treated and control. However, herbicide application gave rise to an increase in plant-parasitic, fungivorous, and bacteriophagous nematodes with conspicuous decrease in predacious ones of which habitat was mainly aerobic layer. Aquatic animals in flooded water in paddy field: Shortly after the benthocarb treatment, midges, tadpoles, pond snails, water fleas, dragonfly nymphs, and mosquito larvae were drastically decreased. However, midges, mosquito larvae, and algaephagous water fleas (Branchiopoda, *Moina* sp.) multiplied rapidly to exceed each population size in non-treated control, corresponding to the conspicuous retardation of recovering population sizes of predators such as hydrophilids, dragonfly nymphs and Copepoda.

我が国においては、除草剤は水田で最も多く使用されている。しかし、土壌動物に及ぼす除草剤の影響については、果樹園、牧草地及び畑地を中心に調べられており、水田での調査はほとんどなされていない。

筆者らは、1974年より果樹園での除草剤の影響を調査する一方、1976年からは、佐賀県農業試験場除草剤連用試験場においても、線虫類などに対する影響をみてきた。これらの調査結果は、多くの除草剤が、土壌動物に直接あるいは間接に影響を及ぼすことを明確にしている^{1,2,3,4)}。なかでも、ベンチオカーブとクロメトキシニルは、水田生物相に大きな影響を与えることがわかってきた²⁾。特にベンチオカーブは、我が国水田除草剤として最も多く使用されているため、1980年は本剤の調査に絞って、水田生物に対する影響がより顕著に現われるように、実際の施用よりも2回多い3回施用として調査した。

試 験 方 法

調査には本学構内のコンクリート枠 (1×1 m) を用い、7月7日に水稻 (レイホウ) を定植した。ベンチオカーブは7月14日に最初の1回、のち約1ヵ月おきに8月・9月と計3回施用した。施肥は慣行法に従ったが、殺虫剤・殺菌剤など他の農薬は一切使用しなかった。対照として、除草剤無施用区を設けた。

採集は水稻の定植後収穫時まで、10日おきに行った。土壌線虫は、株間の酸化層 (0~1 cm) と還元層 (1~

20 cm) から、土壌50 g ずつを採土器により採取し、ベールマン法と蔗糖遠心浮遊法 (比重1.18) を併用し、両者を合計した。田面水中の動物は、1辺20 cmの枠を株間にさし入れ、この枠の中で、100メッシュの篩にかかるすべての動物を採集した。雑草量及び藻量は、水稻の収穫時に調査した。

結 果

1. 土壌線虫相

14回の調査の平均値から、1 m²あたりの個体数を推定した値を、第1表に示した。従ってこの表は、水稻生育

Table 1. Soil nematodes in the plots of rice plants with and without herbicide (benthocarb) applied 3 times through the rice growing period.

	Control		Treated	
	*No. of individuals ×10 ⁴	No. of species	*No. of individuals ×10 ⁴	No. of species
Plant-parasitic	0.5	3	1.0	3
Fungivorous	72.0	6	82.9	8
Bacteriophagous	21.0	9	29.3	7
Omnivorous	14.7	16	13.8	13
Predacious	1.2	3	0.8	3
Total	109.8	37	128.1	34

* Converted into the number of individuals per m² from the mean of 14-times surveys made every 10 days through the rice growing season.

1) 現在 日本特殊農業(株) 研究所 (日野市)

期間にわたってみた平均的個体数とみればよい。水稻生育期間を通じてみると、線虫総個体数には、除草剤処理一無処理間に有意差はない。しかし除草剤区においては、従来の調査結果と同様に、全種類数の減少、捕食性線虫の激減、植物寄生性と食菌性線虫の増加が認められた。

2. 田面水の動物相

第2表は、14回の調査の平均値を1㎡あたりに換算したものである。第1～3図には、水稻生育期間中の水中動物の個体数推移を示す。水中動物には一般に、土壌線虫よりも除草剤の影響が顕著であった。ミジンコなど甲殻類の総個体数は除草剤区で明らかに少なく、ゾウミジンコ *Bosmina* sp. とホウネンエビ *Branchinella* sp. は除草剤区で検出されず、カイミジンコ Ostracoda はわずかに発生した。一方、タマミジンコ *Moina* sp. は対照区よりもはるかに多く発生した。肉食性のケンミジンコ Copepoda は8月下旬～9月上旬を除いて、常に除草剤区では少なかった（第1図）。

昆虫類では、ユスリカ幼虫がベンチオカーブ施用後大量に死亡し浮上した。しかし個体群の回復は早く、水稻生育全期間を通じてみると、総発生量に对照区と有意差はみられなくなった。除草剤区におけるガムシ、ゲンゴ

Table 2. Aquatic animals in flooded water in the plots of rice plants with and without herbicide (benthiocarb) which was applied 3 times through the rice growing period. The values are the number of individuals per m² converted from the mean value of 14-times surveys made every 10 days over the whole period from planting to harvest.

	Control	Treated
Crustaceans		
Branchiopoda		
<i>Moina</i> sp.	80	470
<i>Bosmina</i> sp.	214	0
<i>Branchinella</i> sp.	25	0
Copepoda	311	210
Ostracoda		
<i>Cypridopsis</i> sp.	3,132	211
<i>Strandesia</i> sp.		
Total	3,762	891
Insects		
Mosquito larvae	18	30
Chironomid larvae	29	28
Dragonfly nymphs	16	8
Coleoptera larvae		
others	1	1
Total	64	67
Pond snails	4	12
Tadpoles	16	11

Fig. 1. Seasonal occurrence of water fleas in the plots of rice plants with and without herbicide benthiocarb. Arrows P and H indicate planting of rice seedlings and application of herbicide, respectively. Solid line; control, broken line; benthiocarb

Fig. 2. Seasonal occurrence of insects in flooded water in the plots of rice plants with and without herbicide benthocarb. The arrows P and H indicate planting of rice seedlings and application of herbicide, respectively. Solid line; control, broken line; benthocarb

Fig. 3. Seasonal occurrence of tadpoles and pond snails in the plots of rice plants with and without herbicide benthocarb. Arrows P and H indicate planting of rice seedlings and application of benthocarb. Solid line; control, broken line; benthocarb

ロウ、トンボ幼虫などの捕食性昆虫は、対照区よりも約2週間発生が遅れ、8月に入っても発生量は除草剤区で

明らかに少なかった。カ幼虫は除草剤施用直後に減少するが、まもなく対照区より多くなり、全期間を通してみ

ると、対照区より多く発生した（第2図）。

カエル幼生は除草剤施用直後大量に死亡したが、3週間後は対照区よりも多くなった。巻貝類も除草剤施用後は少なかったが、9、10月には対照区よりも多くなった（第3図）。

考

察

畑地や果樹園での除草剤の土壌動物に及ぼす影響は、有機物の減少、植生の変化など間接的要因によるものが大きい⁵⁾が、水田は水を媒体とするため、農薬の生物濃縮が畑地などの土壌動物よりも起こりやすくなる。従って、除草剤の毒性による直接的影響は、より大きく現れるとみてよい。ところが、ベンチオカーブは水田で、大部分が土壌表層に集積するため^{5,6)}、生物濃縮は、水中の浮遊生物よりも、底生生物において大きくなると想定される。除草剤区で処理直後に、大量のユスリカ幼虫、カエル幼生、トンボ幼虫などの死亡がみられたこと、ガムシ・巻貝類の減少は、これによって説明されるであろう。

室内でのミジンコ類に対するベンチオカーブの毒性試験では、タマミジンコが最も高い感受性を示したが（未発表）、除草剤区では処理直後に減少したものの、20日後には対照区よりも著しく多く増殖した。これは捕食者であるケンミジンコ Copepoda の減少と対応しているようにみえる。また、カ幼虫も除草剤区では施用直後に減少したが、2週間後は対照区より多くなった。この場合も、天敵類（主として昆虫類）の減少によるものとみられる。肉食性天敵個体群の回復遅延が、ミジンコ、カ幼虫両者の異常増殖に起因している。

土壌線虫類に及ぼす影響は、果樹園ほど顕著ではなかった。しかし、程度の差はあれ、植物寄生性と食菌性線虫が除草剤区で増加したことは、果樹園と同様な傾向と認められる^{1,2,7)}。表層土（酸化層）におおい捕食性線虫（Mononchida）の激減は、従来の調査でもベンチオカーブあるいはクロメトキシニルを施用した水田で認められ

てきた。Mononchida 目線虫が、このような薬剤にとくに弱いという報告はないが、口陥部構造から多量の農薬を摂取することも考えられるし、捕食性であるため、効率的な生物濃縮も想定される。なお今後も追求すべき興味ある問題である。

摘

要

除草剤ベンチオカーブの水田動物相に及ぼす影響を調査した。生物に対する影響が顕著に現れるよう、除草剤は水稻立毛期間中に3回施用し、他の農薬はまったく使用せず、除草剤無施用を対照とした。

1. 土壌線虫：除草剤施用区では、還元層（1～20cm）において、植物寄生性、食菌性、食細菌性が対照区より多く、一方、酸化層（0～1cm）の捕食性線虫は極度に減少または消失した。

2. 田面水中動物：除草剤処理後、ユスリカ幼虫、カエル幼生、巻貝類、トンボ幼虫、カ類幼虫、タマミジンコなどは減少したが、ユスリカ、カ幼虫、タマミジンコの個体群回復は早く、対照区よりも多くなった。一方、これらの捕食者となるガムシ、トンボ幼虫、ケンミジンコなどの個体群回復は、著しく遅延するか、発生量がきわめて少なかった。

引用文献

- 1) 石橋信義・村岡 実・近藤栄造・山崎 浩・甲斐秀昭・岩切 徹・中原美智男（1978）佐賀大学農学彙報 44: 43-55.
- 2) ISHIBASHI, N., E. KONDO, S. ITOH, and H. KAI (1979) IX. International Congress of Plant Protection (Washington D. C.)
- 3) 伊藤整志・石橋信義（1980）第24回応動昆講要: 110.
- 4) 岩切 徹・中原美智男・甲斐秀昭・小野 忠・石橋信義・近藤栄造（1977）土肥誌 48: 329-331.
- 5) 鍛塚昭三（1976）農薬科学 3: 107-122.
- 6) 鍛塚昭三（1977）日本農薬学会誌 2: 201-213.
- 7) 満田実・清田洋次（1978）九病虫研会報 24: 168-171.

（1981年4月30日 受領）