

カブトエビによる水田雑草の防除 (2)

誌名	農業技術
ISSN	03888479
著者名	片山, 寛之
発行元	農業技術協會
巻/号	28巻5号
掲載ページ	p. 208-213
発行年月	1973年5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



カブトエビによる水田雑草の防除 (2)

片山 寛之

3. 生 態

3) 卵の構造と抵抗力(つづき) カブトエビの卵の色素の量は水に溶解している酸素の濃度に依存している。また実験室内での飼育では、若い個体の卵は成熟した個体に比べて薄い色彩をしている。卵膜内にある色素が卵の発生に影響をおよぼし、また、乾燥・低温に対する抵抗力もちがうことがわかっている。このことは *Artenia salina* でも知られていて、薄い色彩の卵は短期間で胚子の発生を完了し、卵嚢を出る前に孵化するが、卵膜が厚く、濃い色彩の卵は発生期間が長く、孵化する前に乾燥期間を経過する耐久卵となる。耐久卵の乾燥に対する抵抗力は、15年間乾燥状態におかれていた卵を水に入れて、幼生が孵化したという事実からも非常に強力なものであることを知ることができる。

4) 卵の発生と温度との関係 カブトエビの卵は12—25°Cの温度で孵化し幼生が出現する。卵嚢から取り出した卵は最適温度の20°Cで、9—40日で孵化を終わり、その平均孵化率は50%であった。卵の孵化の日数が著しく違うのは、卵の色素の含有量の相違によるもので、孵化しなかったものには濃色の耐久卵がふくまれている。

卵の発生と幼生の孵化におよぼす低温の影響についての実験では、3—6°Cの水温で、卵は35日を経過しても孵化しなかった。この温度範囲内での発生におよぼす影響はさまざまである。それは、実験に用いられた卵の胚子の発生状況によるのである、産卵直後の淡色の単細胞期の卵は3°Cの温度では発生が進まず、10日後に死亡した。濃色の卵を同一条件で処理後、20°Cに移したものは正常に孵化した。中間色のものは3°Cに16日間おいて、20°Cに移したものは5%が孵化したが、この温度に長期間おいたものはすべて死亡した。6°Cの温度では発生がきわめて徐々に進行し、6日後には胞胚期になり8日後には囊胚期に達する。それ以上の発生はこの温度では起こらなかった。囊胚期の卵は水温20°Cから3—6°Cに移すと、その発生を中止する。ふたたびもとの温度にもどすと発生を再開する。その孵化率、発生期間は冷却期間の中止後は正常である。このことは、低温は発生を抑制したにすぎないといえる。囊胚期より進んで、器官発生期に入った卵では最適温度から3—6°Cに移すと発生を中止する。ふたたび20°Cにもどすと、2

日以内に孵化を始める。発生の進んだ時期の卵に低温処理をすることは、孵化の促進と集中を促すこととなる。これらの実験から囊胚期が臨界期にあることがわかる。発生初期の卵が低温の作用を受ける時は、死亡するか、発生を中止するのである。

上の実験は水中の卵について行なったものであるが、乾燥卵——その発生が水がないために自動的に抑制されているもの——は低温に著しい抵抗力がある。このことは0°C以下の温度で、乾燥した土の中で越冬するのに、大変好都合である。上述したように、この抵抗力は卵の外膜の構造によるものである。

高温に対しては水温30°Cに35日間おいたが孵化しなかった。26°Cでは30日間で5%が孵化し、その後、最適温度に移して、残りの75%が孵化した。高温処理卵の組織学的研究から、高温では最適温度におけるよりも、発育率が高く、30°Cでは6日以内にノープリウス期に達する。自然環境における範囲内の高温では胚子の発生が促進されるが、孵化は起こらない。このことは、幼生の孵化には温度以外のもっと特殊な条件が必要であると考えられている。

卵嚢から取り出した卵を、20°Cの水温において、50日以内に30%が孵化した。その孵化時間には変異が見られた。孵化しなかった卵は空気中で、数か月間15—20°Cにおいて、ふたたび水を入れた時には、胚子は器官発生期であると認められたのであるが、2日以内に90%が孵化した。20°Cの水温に5日間おいて、同様に乾燥し、ふたたび水に入れた時には、卵は囊胚期の初期または後期にあったが、2日以内に90%が孵化した。また、卵嚢から取り出した卵を同様に乾燥して、20°Cに入れ、4週間内に2—7%が孵化した。孵化しなかった卵には、種種の発育段階の幼生が見られた。ふたたび乾燥して、水中に入れ、これを2回行なったが、両回とも孵化率は最初のものと同じパーセントであった。さらに4回、乾燥と水浸を繰り返したが、各各の結果は同様であった。室内で飼育したもので、同じ実験が行なわれたが、同じ結果をえた。卵嚢から取り出してのち直ちに乾燥させた卵の死亡率が高く、淡色卵が死亡することがわかった。

卵嚢から取り出した卵を約20°Cの水温の中に、1・3・6日間に分けて処理後、33・55・76・85・100 R・Hのもとにおいて、卵の発生におよぼす影響についての実験

が行なわれた。その結果、6日間水中においたものが孵化率が最も高く、75%以上の孵化率を示した。3日間おいたもので、100%区が81%で最も高く、55%区が36%、33%区が最も低く3%で、残りの区はその中間の値であった。1日間おいたものは100%区が83%、次いで76%区が4%、残りの区はどれも孵化しなかった。6日間おいたものは、囊胚期を過ぎていたので、乾燥に対する抵抗性があったものと考えられる。100%区は水に移してもなく孵化したことから、孵化前期に達していたことは明らかである。しかし、このままの状態ではどれも孵化しなかった。

また、乾燥卵は -10°C ・ -25°C ・ -79°C ・ -196°C に対して高い抵抗性があった。 -10°C の温度で冷凍して、 -196°C に移したものは、明らかに抵抗性が高くなった。無酸素状態に長期間おくと、孵化率は低下したが低温のもとでの、卵の抵抗性についての無酸素状態の効果は見られなかった。

自然状態のもとで研究された発生経過についての結果から、産卵期によって、卵は年内または翌年、さらに翌翌年に孵化することがわかった。好適温度のもとで年内に孵化しても、次世代の若い個体が決して見られない。それには、自然環境では、卵の発生を抑制する何かの要因があるか、孵化した幼生が直ちに成体に食べられてしまうことが考えられている。

カブトエビの卵の発生機構は、速やかな乾燥がいつ起こるかわからない、一時的な溜水に生活するための生態的適応現象と考えなければならない。

5) 環境水のpH濃度と酸素量 カブトエビは不恒存性陸水の淡水・汽水・塩水中で生活し、同一種でもその生息場所により、酸性から強アルカリ性の水に適応して繁殖している。一般に環境水のpH濃度は4—8である。

海水の5—34%の塩分濃度が孵化におよぼす影響についての実験では、5%が最高孵化率で、この孵化率は塩分が増加すると減少した。20%より高い濃度では孵化は見られなかった。各塩分濃度は淡水のものよりも孵化を著しく促進し、塩水に長期間おいた方が孵化率は高かった。塩水においてのち、乾燥したものは短期間のものでも孵化率を高めた。海水の毒性は10%前後であらわれた。

各種の塩類、 NaCl ・ KCl ・ CaCl_2 ・ MgCl_2 ・ K_2SO_4 ・ MgSO_4 の5%—40%の濃度の溶液に3日間・7—8日間・40日間——孵化が終了するまでの期間——において、卵の孵化率を調査した結果は、使用した塩類によって違っていたが、いずれも溶液の濃度が増加するにつれて減少することが観察された。それぞれの毒性は $\text{MgSO}_4 <$

$\text{K}_2\text{SO}_4 < \text{MgCl}_2 < \text{KCl} < \text{NaCl}$ の順位に高くなった。孵化率は始めの4つのものが、低濃度で、無処理のものよりも高かった。卵の発生期間には処理区と無処理区との間に大きな差はなく、塩類溶液に継続的においたものと一時的に処理したものと間に明らかな相違はみられなかった。卵に対して塩分は環境水の浸透圧の変化だけでなく、イオン組成によって影響を受けることがわかった。発生のごく初期の卵は塩分のために休眠期に入らずに死亡した。

鰓脚類の呼吸器は葉状肢其部の副肢が変化した鰓であって、きわめて薄いキチン外皮を通じてガス交換が行なわれる。その呼吸色素はヘモグロビンで、溶存酸素濃度が低いと血液は紅色となり、高いと淡色となる。紅色個体は少量の酸素の中で、多量の食物を摂取できる。ヘモグロビンをつくるには、食物が豊富であるとともに、環境水中に適量の鉄分が含まれていなければならない。温度の上昇は代謝の増加を促進し、多量の酸素を必要とするが、ヘモグロビンと酸素との親和力を減少するので、低温の時と同量の酸素をうるには、さらに多量のヘモグロビンが必要となる。酸素の比例的減少はヘモグロビンの合成を促進する結果となっている。

陸水の甲殻類は血液の濃度が環境水より高いために、絶えず体内に水が浸透し、体内の塩類が薄められる危険があるので、体表は不透水の外皮で包まれ、ガス交換を鰓に限っている。淡水産甲殻類は比較的近代に陸水に入ったもので、尿生産調節機能が完成していないため、大量の尿を生産するが、そのために失われる塩類は全塩類の僅少のものに過ぎない。しかし、蒸溜水中では数時間しか生存できないのであって、カブトエビ・ホウネンエビなどでも同様である。排泄器官のイオン調節以外の機能は海産種と同じであって、腺の構造にも形態上大きな相違はない。カブトエビでは背甲の内側の左右に渦状の殻腺(shell gland)という排泄系があって、第2小腮節基部に開口している。殻腺の存在は背甲を透かして見ることができる。

6) 感覚と行動 甲殻類における体位知覚の初めの段階は光の方向に対する背光反応(dorsal light reaction)である。カブトエビは背側を光の方向に向けて、両眼に受ける光量を調節しながら泳ぐ。1眼を塗りつぶせば、健全な眼の側に体を回転して、螺旋を描き、もし下側から光をあてれば、背面を下にして泳ぐ。体の反転は単眼による知覚が原因である。第1胸肢の第3—5の内枝の3本は背甲外に長く触角状となつてのびて、第3内枝は最も短く、第5内枝は最も長く、その長さはほぼ体長と等しい。カブトエビは肢を、静止している時も、運動し

ている時も絶え間なく動かしているが、第3・4内枝は前方に伸ばし、第5内枝は側部後方に伸ばして、感覚器官としての機能をもっている。また感覚器官として、両複眼の中間後方に1個の背器官(dorsal organ)がある。

カプトエビは水底の泥の上を体を屈伸して這い回り、肢で泥をかき上げる。泥の表面には這い回ったあとが残っている。水中を上手に泳ぎ、水表下をも泳ぐ。時には水表下を背泳ぎする。背泳ぎは水中に酸素が不足する時に行なわれることが多い。底泥・畦畔の側土に穴を掘り、土中に体を埋める。この行動は一時的溜水に生活するため、水が干上がった時に乾燥から逃れる行動に由来していると考えられている。水流に対しては陽性の趨流性をあらわす。

7) 食性 食性は生物的防除を行なう上での防除効果を左右する重要な課題である。カプトエビは破砕物食者(detritus feeders)で、水底の破砕物を胸肢でかき立て、肢の遊泳運動につれて、その先端に沿って後方に流れる水流に巻き込まれた破砕物は体後部の肢基部に達し、左右の基部内葉で細粒にくだかれ、内方に突出した剛毛で、正中線の摂食溝(food groove)を前方へ、口器に運び摂取される。土粒とともに底生微生物・原生動物・硅藻・有機質の沈積物を摂食し、水中のプランクトン・クロレラ・アオミドロなども食する。このような方法で摂食する者を濾過性摂食者(filter feeder)と称している。また腐食性・屍食性で口器を使って、腐敗した植物体、昆虫・動物の屍体などを好んで食べる。水瓜の皮・キャベツの葉片・残飯などを水中に投入しておく、腐敗した部分から食べ始め、きれいに食べ尽くしてしまう。チカイエカの幼虫の若齢期のものを食べることを実験的に明らかにしたが(片山・中村、未発表)、恐らく他の水生動物の卵・幼虫なども大きさによっては食べるものがあるものと考えられる。カエルの卵を食べるとも言われている。また幼植物の柔らかい葉片・幼根を嚙食するが、それも成育初期の短期間に限られ、成育した植物体を嚙食できない。その理由は口器の構造が強力でないことによるものである。

消化管は口と肛門を結ぶ1本の管で、内部は土粒とともに摂取した物で充満し棒状にふくらんでいる。ワラなどの繊維・キチン質破片・砂粒などはそのまま体外に排出される。1日に摂取される食餌量・栄養素などについての研究はまだよく行なわれていない。

カプトエビの生態については多くの混乱があったが、現在では生態の種間差は僅少のものであるとされている。このことはカプトエビが“生きた化石”とよばれているように、進化の停滞している動物であることから

も、肯定できることである。ここに述べたカプトエビの生態は主として、Hempel, J. (1967—71), 五十嵐(1966, 1970), 片山(1972), Longhurst, A. R. (1955), 椎野(1964), 上野(1935)によった。

4. 日本での発生と除草への利用状況

日本にいつごろからカプトエビが発生したかは定かでない。文献としては香川県下で1916年に採集された記録が最も古いものようである。1925年に初めて種の記載が行なわれ、アメリカ産の *Apus aequalis* Pakard. と同定され、兵庫・和歌山・山口・香川の4県に分布することが報告された(上野, 1925)。上述したように、まだカプトエビであることが知られていなかったところに、和歌山・兵庫県下で水田に大発生したものが草取虫と呼ばれ、除草効果があることが認められ、これによって炎天下で行なわれる、水稲栽培で最も苦しい作業が軽減できるとのことで、これを増殖して普及しようとした。兵庫農試(1923—25)は草取虫の効果を認めたのであるが、実用化するまでには至らなかった。大戦後に、2・4-Dが除草剤として奨励されるようになって、徳島県でカプトエビを1935年ごろから、水田の雑草防除に利用している農家のあることが明らかにされた。翌年徳島農試は試験研究を行ない、その効果を認めたが、除草剤に押され実用化しなかった。

1933年に三重県松坂市南部での発生が報告され、そのころは三重県が分布の北限と考えられていたのであるが、1948年山形県で発見され、現在山形県酒田市が分布の北限とされている(阿部, 1951)。

奈良県郡山市で発生に気付いたのは1943年ころで、一時これを利用していただようであるが、除草剤が普及するにつれ利用しなくなった。1971—72年に県下に広く発生したので、奈良農試・奈良県農業改良普及所の好意により調査したが、現在積極的に利用されていない。

兵庫県豊岡市の谷部仁左衛門氏の水田で発生が見られたのは1955年で、その後引き続き利用されている。発生面積は20aで、堆きゅう肥・鶏糞を基肥として用い、カプトエビの増殖をはかっている。発生水田は円山川に沿った0m地帯で、時には海水が浸入することのある半湿田地帯である。ここの調査は兵庫農試・豊岡農業改良普及所の好意によって行なわれた。兵庫県下にも広く発生しているが、他に利用している農家はないようである。

大阪府河内長野市の築瀬宗弘氏と奥山良二氏の水田に発生を見たのは1967年ごろである。それまでは、除草剤PCPを使用していたのであるが、農業公害が社会問

題化してきていたので、カブトエビの利用を始めるようになり、今日まで継続されている。基肥には化成窒素混合肥料・まこ(油粕)・鶏糞などが用いられている。田植は6月20日前後で、注水・代かきを終わって、即日または2—3日後に植付をする。7月末に中干しのために水を落とす。カブトエビはまだ活動しているが、流されてしまいか、乾燥のため死滅する。中干し後注水してもカブトエビは再発生しないが、現在では留草も行なわれていない。住宅と道路に囲まれた、総面積約1 haの飛地の水田に6人の耕作者がいるが、カブトエビの発生があるにもかかわらず、まだ一部では除草剤が使用されている。

京都府綾部市で1968年に50 aの水田に大発生し、除草剤の使用を中止したと伝えられているが、その後の状況は明らかでない。京都府農試の府下に1967年に大発生した地域の調査結果では、裏作が行なわれ、乾燥しやすい、高台地ないし盆地的な地域に限られ、田植時期が6月下旬で、水温20—25°C、pH 4—7、斑鉄の含量の少ない方が発生率が高い傾向があった。水田土壌は粘土含有量のない砂土・壤土であることが、発生と密接な関係があると考えられている(桐村, 1972)。

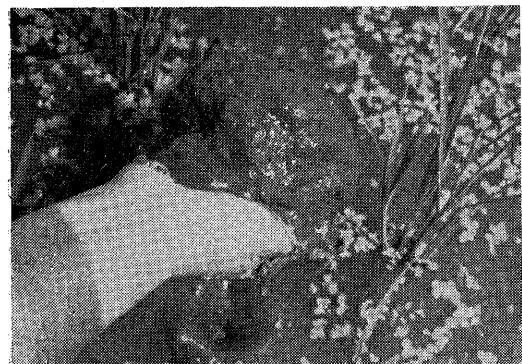
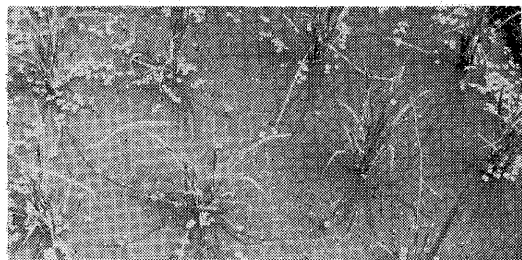
長野県小県郡東部町では1961年ごろに発生し、現在2部落50 aの水田で、基肥に鶏糞を混入して利用を続

けているという(中沢, 1971, 私信)。

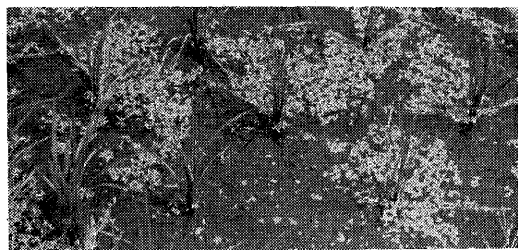
福岡県では1953年の採集記録が最初のもののようにある。福岡県下はかなり広範囲に発生している。大分県に発生が確認されたのは1970年である。水田の雑草防除に利用されていないらしい(祝原, 1968—69, 1971)。現在南九州での発生は知られていない。このように発生が余り知られていないのは、カブトエビが欧米ではオタマジャクシエビ(tadpole shrimp)と呼ばれていように、水中を泳いでる姿は一見してオタマジャクシを思わせるため関心と呼ばないことと、カブトエビが活動を始めて間もなく、除草剤が散布されるために死滅してしまうことなどが一因かと思われる。

5. 除草機構と効果

カブトエビは水稻の有害動物として取り扱われているのである。しかし、もみを啖まきするか、移植するときには加害が起らないのであって、湛水田に直播したものがハト芽、種子根が食害をうける。冠根が十分にのびないものは、カブトエビの活動のために、転び苗または浮苗となる。転び苗となったものは本葉が少しずつ嚙食をうける。著しく成育を阻害されるので、株立が不揃いとなる。アメリカカブトエビは北米カルフォルニアで、ヨーロッパカブトエビはスペイン・フランス・ハンガリー・ソビエト・北部イタリア・インドの水田に発生し、被害



第5図 大阪府河内長野市のアジアカブトエビ発生水田。カブトエビが底土をかく拌するため水がにごって底がみえない。底には全く雑草が生えていなくて、粘土状になっている。(片山原図)



第6図 第5図と同じ場所のカブトエビが発生していない水田。底土に多数の雑草幼植物が生えている。底土はかたくて割れ易い。(片山原図)

をあたえている。ポーランドでは養魚池に発生し被害があると言う。アジアカブトエビは南アフリカのスワジランドで湛水田の発芽期に加害し、しばしば1—2日で全滅させてしまう。しかし発芽後12日を経過すると、それ以上の加害を受けることはない(Crossland, N. O., 1964)。

大阪府河内長野市の水苗代に、カブトエビが発生するが、発生個体数も少なく、今までにくに被害を受けたことはない。苗代での被害を防除するには、折衷苗代にして、床面が水没しないようにしておけば加害をうけることはないのである。本葉2葉期のものの中にカブトエビ成体を放って行なった実験では全く加害を受けなかった(片山, 1972)。したがって、二葉期になれば水を入れても実害は生じないが、冠根が十分に伸びるまでは注意する方がよい。本田移植後は加害を受けることはないの、雑草の生物的防除にあたっての対象雑草以外の植物を加害しないという、きわめて困難な条件をそなえていることで、カブトエビの利用価値を高めている。

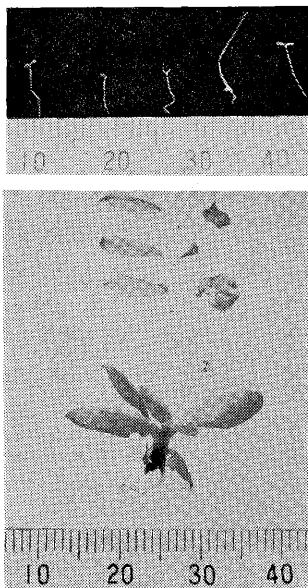
カブトエビの雑草制御機構については2・3の考察があったが、単なる推論に過ぎなかったのを、これを明確にするために、簡単な実験を行なった。カブトエビが発生してなくて、すでに本葉4—5枚の雑草が生育している水田の土を、水槽に入れたものの中に、1日おいてカブトエビ成体を放った。その結果は、雑草の子葉期のものが根元から切り取られるか、掘り起こされるかして水上に浮き上がった。また幼植物の葉片も切り取られて浮き上がっていて、葉片には明らかな食痕が残っているものがあった。植物体はそのままであったが、葉片に食痕があるものがあった。この実験から、カブトエビの雑草制御機構は、主として肢によ

る底土のかく拌のために、機械的に雑草の子葉期のものを切り取り、これを掘り起こすことであって、時には口器によりかみ切ることによるものと考えられた(片山, 1972)。

水稻の雑草害による生育阻害は移植後20日ごろまではほとんど現われないが、最高分蘗期にあたる40日ごろになると顕著になる。したがって、水稻の雑草害を防止するには、この40日の期間が重要な時期となる。この時期と、カブトエビの活動期間とが全く一致し、しかも雑草の発芽期における、主として機械的制御機構によるものであることは、雑草の生物的防除として比類のないすぐれたものといえる(荒井・川島 1956, 片山 1972)。

カブトエビが防除できる雑草の種類については十分に研究が進んでいないのであるが、カブトエビの除草機構から考察すると、一年生雑草にはもっとも効果があるであろう。桐村(1972)もヒエ・広葉雑草の効果は顕著であるが、ウキグサにはその効果は全く認められなかったと指摘している。もちろん稲株の中のヒエは残るし、不確かではあるがヒエの発芽の状態・時期によってはいくらか残るのではないかと考えられる。ウキグサは時に小葉片を大腿に縦にしてはさみ喰するのを観察できるが、雑食性で食植性でないためか、ウキグサが食いつくされることはない。しかし、ウキグサの根は好んで摂食するので、根は基部まで食害を受ける。ある時降雨が数日続き、晴天になって急に強い夏の陽光を受けたためか、根の食害を受けたウキグサが成育を阻害され、葉が黄ばみ枯れかかった。カブトエビはこれを食べごろとばかり、たちまちの内に食べつくしたことを観察した。カブトエビが腐食性であるのは大腿の機能が成育した植物体を喰食できるほど強力なものでないことによる。これが成育したウキグサを制御できず、多年性雑草とくにセリのようなものには歯がたたず効果を期待できないのである。そのことがまた水稻が被害を受けない要因にもなっているのである。1つのものに万能を望むことの方が無理と言うものであろう。特殊な雑草は別途の方法で制御すれば良いのであって、現在カブトエビを利用している農家も始めからすべてをカブトエビにたよったのではない。始めの間は、カブトエビの個体群密度が低かったこともあって、残った雑草を自ら抜き取って、その後をカブトエビにまかせ、それからは全く防除費を支出せずに、今日まで長期間その利用を継続しているのである。

1枚の水田における、カブトエビの個体群密度が均等でないことが観察されている(五十嵐 1966・1970, 桐村 1972)。カブトエビの個体群密度が1枚の水田の周



第7図 カブトエビの除草機構を明らかにするための実験結果をしめす(単位: mm)。上図は水上に浮き上がった子葉期の雑草, 下図は幼植物。下図の上部は水上に浮き上がった葉片, 喰食のあとがある。下の雑草も食害を受けている。詳細は本文参照。(片山原図)

辺部と用水の流入口附近に多いことはしばしば観察できるが、それはカプトエビの成育時期により、その日と時間帯によっても流動的である。桐村(1972)は水田の中央部では個体群密度が低いため、均一な除草効果が困難であることが予想されるとしている。この課題は除草効果をあげるために重要な懸案事項と考えられるので、今後の研究成果にまたなければならぬが、これまでに調査することのできた水田では中央部に雑草が繁茂して困ったという例はない。

水田の生物相が強力な農業の連用により著しく単純化し、不安定な状態にある中で、カプトエビが一時的な溜水の優占種で個体群密度が高いため、捕食者の加害をうけやすい状態におかれていることで、捕食者がカプトエビの除草効果を阻害することが考えられる。1971年の夏、河内長野市の1枚のカプトエビ発生水田に、主としてトノサマガエルが集中してきて、7月中旬にはカプトエビが全滅し、そのあとをオタマジャクシが埋めつくした。カエルの捕食率はきわめて高く、1例をあげると、胃の入口に未消化の個体が2匹、それに続いて種々の消化の段階のものが10匹あって、胃は大きくふくれ上がっていた。翌年のカプトエビの個体数は確かに減少していたが、そのために雑草が発生するまでには至らなかった。またカエルの個体数も、前年のオタマジャクシの個体数から考えて、予想以上に少なかった。しかし、河内長野市のカプトエビ発生水田全域にカエルの個体数が増加していることは確かである。今後、カプトエビの利用にあたって、捕食者が重要な課題となるであろう。

もう一つのカプトエビの発生に影響すると考えられる問題に農業がある。カプトエビ成体は除草剤・殺虫剤には弱く、数時間で死滅してしまうが、卵は強力な抵抗性をもっている。河内長野市ではメイトチュウ防除のために7月中～下旬にダイアジノンを1回散布し、ウンカその他の病害虫にも農業が使用されるが、翌年のカプトエビの発生にはほとんど影響がみられない。

卵の抵抗性について述べたように、耐久卵(越冬卵)が化学物質に対して強力な抵抗性をもっていることから、化学農業にも抵抗性があると考えられる。これが翌年のカプトエビの発生を保証しているのである。さらに耐久卵が乾燥・低温に抵抗性がある、どちらも越冬後の卵の孵化を斉一にする効果をもっている。たとえ土壌中で100% R・Hのもとで卵の胚子発生が囊胚期に達していても、水が入らなければそれ以上発生は進まず、幼生は脱出しない。これらの耐久卵の特性はカプトエビを利用する上での理想的な好適条件であり、カプトエビを人工増殖して、耐久卵として乾燥・保存し、必要に応じ孵化

して利用する上にきわめて有効な可能性をもっているとと言える。

6. む す び

水田雑草の生物的防除についての研究にはまだみるべきものがない。ハンガリーで食用として水田で鯉の養殖をして、水稲に害がなく、雑草を多量に摂食し除草効果があったとの簡単な記述がある(Levet, J., 1960)。日本でもかつて奈良県郡山市で食用として鯉を養殖して、除草効果があったということを知った。水生雑草の防除にはこのように各種の脊椎動物の中で主として魚類が用いられている。近年は昆虫類の利用も考えられ、それについての研究が実用化を目的に成果をあげつつあるという。わが国でも水田雑草の生物的防除に昆虫・マキガイなどについての研究が進められつつある。

有害生物の化学的防除体系がくずれてから総合的防除または統合的防除への体系化が指向され、その中で天敵の位置づけが考察されている。カプトエビの利用もその体系の中で論議されなければならないとしても、生物的防除の目的である有害生物の個体群密度を経済的水準以下に制御するために、カプトエビはここに述べたようにまだ多くの問題点をかかえているが、きわめて利用価値の高いものと考えられる。カプトエビを実用化し利用して効果をあげている農家が各地にあることは、たとえそれが特殊な環境にあったとしても、このことを有力に立証していると言えるのではなからうか。

(財団法人郷土理農学研究所主任研究員)

文 献

- 1) 阿部 襄 1951 山形大学紀要 第3号
- 2) 秋田正人 1966 動雑 75: 178—182
- 3) Crossland, N. O. 1964 Wld Crops 16: 51—52
- 4) DeBach, P. 1970 Biological control of insects pests & weeds.
- 5) Feakin, S. D. 1971 Pest control in rice.
- 6) Hempel, J. 1967 Zool. Polo. 17: 173—239
- 7) Hempel, J. 1968 Zool. Polo. 18: 301—316
- 8) Hempel, J. etc. 1968 Polo. Arch. Hydrobiol. 15: 183—189
- 9) Hempel, J. 1971 Polo. Arch. Hydrobiol. 18: 295—302
- 10) 五十嵐敬司 1966 山形農林学報 23: 20—26, 1970 27: 33—39
- 11) 荒井正雄・川島良一 1956 作紀 25: 115—119
- 12) 片山寛之 1972 ミチュールン生物学研究 8(1): 29—37
- 13) 片山寛之 1973 第17回応動昆大会講演要旨
- 14) 桐村 覚 1972 近畿作物・育種談話会報 17: 53—55
- 15) Levett, J. 1960 Wld. Crops 12: 58—59
- 16) Longhurst, A. R. 1955 Bull. Brit. Mus. Zool. 3(1): 1—57
- 17) 椎野季雄 1964 動物系統分類学 7(上)
- 18) Tasch, P. 1969 Branchiopoda, in Treatise on Invertebrata Paleontology 19) 上野益三 1925 動雑 37: 423—435
- 20) 上野益三 1935 第一次満蒙学術調査研究団報告 21) 祝原道衛 1968 生物福岡 8: 10—14, 1969 9: 14, 1971 11: 54—56