あたらしい 農業技術

No.587

ワサビを加害する水生昆虫の発生生態と防除対策

平成25年度

—静岡県経済産業部—

要　旨

1　技術、情報の内容及び特徴

（1）水生昆虫のオナシカワゲラ科及びカクツツトビケラ科幼虫がワサビを加害することを明らかにしました。

（2）わさび田でのオナシカワゲラ科及びカクツツトビケラ科幼虫の発生消長と流入状況を明らかにしました。

（3）わさび田に生息するオナシカワゲラ科及びカクツツトビケラ科の種構成とその成虫の発生時期を明らかにしました。

（4）オナシカワゲラ科幼虫のワサビと枯葉に対する選好性を明らかにしました。

（5）水生昆虫による被害防止対策としてパイプ栽培の有効性を明らかにするとともに、栽培途中でパイプを除去することで、根茎色が薄くなるというパイプ栽培の欠点を軽減できることを明らかにしました。

2　技術、情報の適用効果

（1）得られた水生昆虫の生態情報は、新たな防除技術開発の参考になります。

（2）パイプ栽培とパイプ途中除去により、ワサビの品質を大きく損ねることなく、水生昆虫による被害を軽減することができます。

3　適用範囲

県内の沢ワサビ栽培農家

4　普及上の留意点

（1）同一水系内に様々な生育ステージのわさび田が混在するため、水生昆虫の発生程度は、わさび田によって異なると考えられます。

（2）パイプを除去する時期は、水生昆虫の発生状況を考慮して判断する必要があります。

目　次

はじめに　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・１

１　ワサビを加害する主要な水生昆虫
（１）水生昆虫とは　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・１
（２）オナシカワゲラ科　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・１
（３）カクツツトビケラ科　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・１
（４）水生昆虫による被害とその確認　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・２

２　水生昆虫の発生生態
（１）水生昆虫のワサビへの寄生状況　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・２
（２）わさび田に流入する水生昆虫の実態調査　・・・・・・・・・・・・・・・・・３
（３）わさび田の土壌中と流水中における水生昆虫の発生消長と体長別割合・・・・・・・・４
（４）想定される水生昆虫のわさび田への侵入経路とわさび田でのライフサイクル・・・・・５

３　わさび田に生息するオナシカワゲラ科とカクツツトビケラ科の種構成　・・・・・・・・・６

４　オナシカワゲラ科幼虫のワサビと枯葉に対する選好性　・・・・・・・・・・・・・・・８

５　防除方法
（１）ゴーストラップを用いた大量捕捉法による防除の試み　・・・・・・・・・・・・・・・９
（２）パイプ栽培による防除効果の確認と通水型パイプによる根茎色の改善効果　・・・・・９
（３）パイプ途中除去による根茎色の改善効果　・・・・・・・・・・・・・・・・・・１０

おわりに　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・１０

参考文献　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・１１

はじめに

静岡県の沢ワサビは特産物として全国に知られており、平成23年の静岡県における沢ワサビの生産状況は、栽培面積128ha、根茎生産量238t、産出額26億円で栽培面積と産出額は全国１位を誇っています。一方、沢ワサビは湧き水や河川水を用水として掛け流して栽培され、その用水は常時河川に排出されるため農薬を使用することが困難であり、病害虫の被害が大きな問題となっています。

ワサビの害虫は、地上部の葉や葉柄を食害するものと、水中の葉柄基部や根茎を食害するものに分けられます。地上部を食害するものとして、スジグロシロチョウ、カブラハバチなどが挙げられ、水中で食害するものとしては、カワゲラ、トビケラなどの水生昆虫や巻貝、ヨコエビなどが挙げられます。その中でも、カワゲラ、トビケラなどの水生昆虫はワサビ特有の害虫であり、害虫としての研究があまり行われていません。そのため、発生生態など不明確な部分が多く防除が困難となっています。そこで、伊豆農業研究センターでは、平成18～23年の６年間で水生昆虫の生態調査や防除対策の開発に取り組みましたので、その成果の概要を紹介します。

１　ワサビを加害する主要な水生昆虫

（１）水生昆虫とは

水生昆虫とは、一生のうちの一時期あるいは全てを水中で過ごす昆虫たちの総称であり、なじみ深いのは、トンボ、ホタル、タガメ、ゲンゴロウなどですが、他に渓流釣りの餌として用いられ、幼虫が「カワムシ」と呼ばれているカワゲラ、トビケラ、カゲロウ、ユスリカなどがいます。その中で、わさび田での生息数が多く、ワサビを加害する水生害虫として考えられているのは、カワゲラ目オナシカワゲラ科（図１）とトビケラ目カクツツトビケラ科（図２）です（築地・鈴木,1957)。ワサビを加害するのは、いずれも水中で生活する幼虫になります。

（２）オナシカワゲラ科

オナシカワゲラ科は、卵→幼虫→成虫と発育します。それぞれの期間は、種や環境によって異なりますが、わさび田でも発生が見られるジュッポンオナシカワゲラの場合、卵期間は１～２か月、幼虫期間は５～10か月、成虫期間は２～20日程度です（小松,1971)。成虫は、100～200μm の卵が200～300個集まった卵塊を水面に産卵し、水中に入ると卵が分離し沈下します。幼虫は15～20齢程度経過するとされ、１齢幼虫は１㎜以下、終齢幼虫は10㎜前後まで成長します。

図１ オナシカワゲラ科の幼虫（左）と成虫（右）

（３）カクツツトビケラ科

カクツツトビケラ科は、卵→幼虫→蛹→成虫と発育します。幼虫は孵化直後から筒巣（とうそう）と呼ばれる砂や枯葉の葉片で円筒～四角筒形の巣を造り、その中で生活します。

卵期間は２週間程度、幼虫期間は数か月～２年、蛹期間は２週間程度、成虫期間は１週間程度です。成虫は、緑色の卵が 10～100 個入った５㎜ 程度のゼラチン状物質の卵塊を石などに産み付けます。

図２ カクツツトビケラ科の幼虫（左）と成虫（右）

幼虫は５齢まで経過し蛹になります。１齢幼虫は１㎜以下、終齢幼虫は 10㎜前後まで成長します。

（４）水生昆虫による被害とその確認

定植間もないワサビでは、オナシカワゲラ科とカクツツトビケラ科の幼虫に葉柄や葉身を激しく食害されると生育が不良となり、さらに生長点まで食害されてしまうと欠株になります。成長し根茎を形成したワサビでは、食害されると外観が損なわれるため商品価値が低下します。

このような被害は従来から知られていましたが、実際にオナシカワゲラ科やカクツツトビケラ科の幼虫がワサビを加害している現場を確認した例がありません。そこで、水槽内でワサビの苗あるいは根茎への寄生と食害状況を調査しました。その結果、オナシカワゲラ科幼虫は、苗の葉柄と生長点、根茎の表面を食害していることを確認しました（図３、４）。カクツツトビケラ科幼虫は、苗の葉柄や葉身を食害しましたが、根茎に対しては寄生するもののはっきりとした食害が確認できませんでした（図５）。

一方、食害による二次的な被害として、食害痕が軟腐病などの病原菌の侵入門戸となり、病害の発生を助長するとされています。

図３ 苗に寄生し食害する
オナシカワゲラ科幼虫

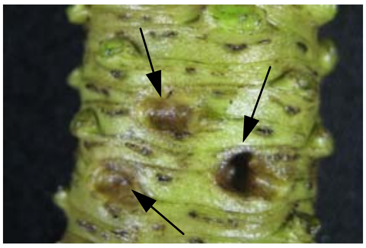

図４ オナシカワゲラ科幼虫
による根茎の食害痕

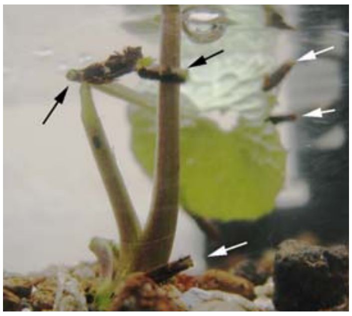

図５ 苗に寄生し食害する
カクツツトビケラ科幼虫

２　水生昆虫の発生生態

（１）水生昆虫のワサビへの寄生状況

わさび田でのオナシカワゲラ科とカクツツトビケラ科の発生実態が明らかとなっていなかったので、これら水生昆虫のワサビへの寄生状況を経時的に調査しました。

表１は、2007 年１月～12 月に伊豆市湯ヶ島にあるわさび科の滑沢試験地（標高 500m、水源：湧水）と棚場試験地（標高 350m、水源：河川水）で、オナシカワゲラ科とカクツツトビケラ科の幼虫のワサビへの寄生程度を１か月毎に調査した結果です。オナシカワゲラ科幼虫は、滑沢試験地では寄生数の多少はあるものの年間を通じて寄生が確認されましたが、棚場試験地は滑沢試験地に比べ寄生程度が低く、８月～12 月までは寄生が認められませんでした。一方、カクツツトビケラ科幼虫は両試験地ともほぼ年間を通じて寄生が認められましたが、棚場試験地は滑沢試験地に比べ寄生程度が高い傾向にありました。

以上のことから、伊豆市湯ヶ島地域では、オナシカワゲラ科とカクツツトビケラ科が発生しますが、優占度はわさび田により異なり、水系や標高の違いなどにより発生程度が変化すると考えられます。

表１　ワサビに寄生している水生生物の月別捕獲状況（2007 年）

場所	種類	捕獲程度											
		1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
滑沢試験地（湧水・標高 500m）	オナシカワゲラ科幼虫	++	+++	+++	++	+++	+	+++	++	++	+++	++	++
	カクツツトビケラ科幼虫	+	+	+	+	+	−	+	+	+	+	+	+
	巻貝	+	−	−	+	+	−	+	−	−	−	−	−
	ヨコエビ	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
棚場試験地（河川水・標高 350m）	オナシカワゲラ科幼虫	++	++	+	−	++	−	+	−	−	−	−	−
	カクツツトビケラ科幼虫	+	+	+	+	+	+	++	+	++	+	+	+
	巻貝	−	−	−	−	−	−	−	−	−	+	−	+
	ヨコエビ	−	−	−	−	−	−	−	−	−	+	+	−

各試験地内の複数地点から広く採集した。−：確認できず。+：わずかに確認（概ね 30 個体以下）。++：しばしば確認できる（概ね 31～60 個体）。+++：多数の個体を確認（概ね 61 個体以上）。

（２）わさび田に流入する水生昆虫の実態調査

オナシカワゲラ科とカクツツトビケラ科は普通に渓流や河川に生息しているので、用水としている湧水や河川水とともにわさび田に侵入すると考えられます。

図６は、前項と同じく滑沢試験地と棚場試験地において 2007 年１月～12 月に最上段のわさび田の入水部に幅 25cm のナイロン製のゴース網（目合い約 0.3mm）を１日設置し、捕獲した水生昆虫数を 10 日間隔で調査した結果です。両試験地ともにオナシカワゲラ科幼虫とカクツツトビケラ科幼虫が断続的に用水とともにわさび田へ流入していることが判明しました。滑沢試験地ではオナシカワゲラ科幼虫がやや多く、棚場試験地ではカクツツトビケラ科幼虫が多く捕獲され、前項の各試験地におけるわさび田内での優占度を概ね反映していました。

なお、水生昆虫１個体が捕獲された場合、わさび田１a（10m×10m）に換算すると 40 個体/日が流入することになります。時期によっては、用水とともにかなりの数の水生昆虫がわさび田に流入していると考えられます。

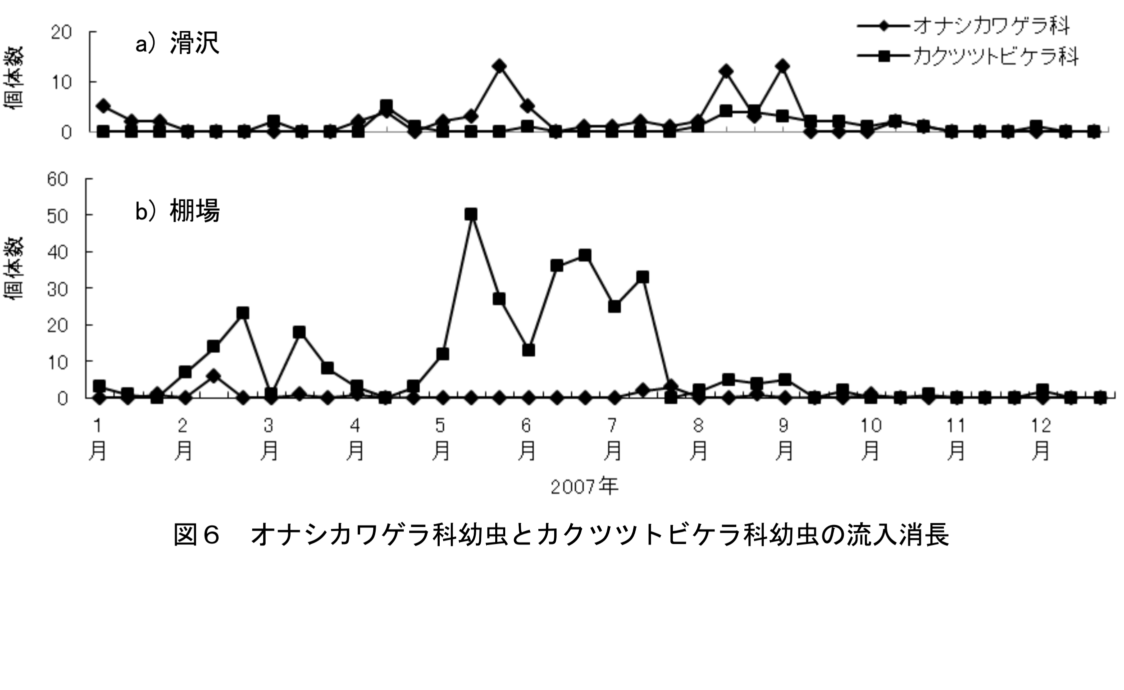

図６　オナシカワゲラ科幼虫とカクツツトビケラ科幼虫の流入消長

（３）わさび田の土壌中と流水中における水生昆虫の発生消長と体長別割合

図７と図８は、2010 年７月～2011 年８月にかけて、わさび科滑沢試験地の最下段のわさび田において 10cm×10cm 深さ２cm までの土壌を約１か月間隔で採集し、生息する水生昆虫数と体長別割合を調査した結果です。オナシカワゲラ科の幼虫は、８月の作土洗い後に生息数が大きく減少しほぼ一掃されました。しかし、その後は常に土壌中に生息し、翌年４月までは 10 頭/100 ㎠以下でしたが、５月に 40 頭/100 ㎠以上に急増し、その後しだいに減少しました。採集したオナシカワゲラ科幼虫の体長別割合の推移をみると、11 月と５月に体長２㎜未満の若齢個体割合のピークがあり、その後体長２㎜未満の若齢個体割合はしだいに低下し、２㎜以上の個体割合がしだいに高くなりました。

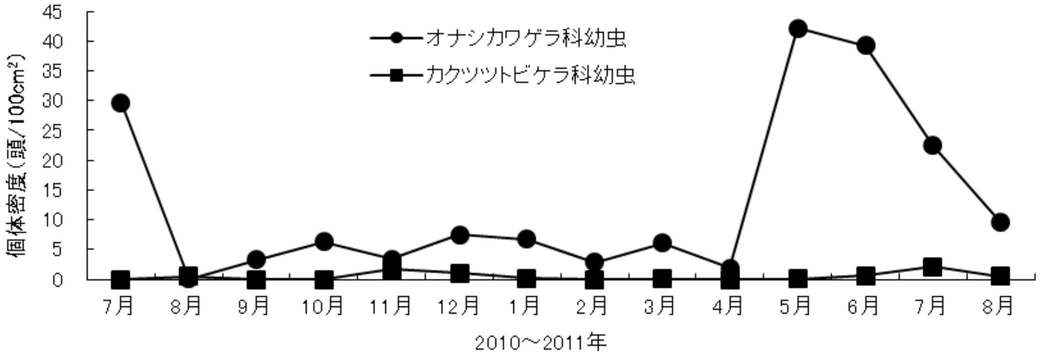

図７　土壌中におけるオナシカワゲラ科とカクツツトビケラ科幼虫の生息数の推移
注）８月に動力ポンプでわさび田の作土洗いを行い、ワサビを定植したわさび田を使用。
８月の調査は作土洗い直後に行った。

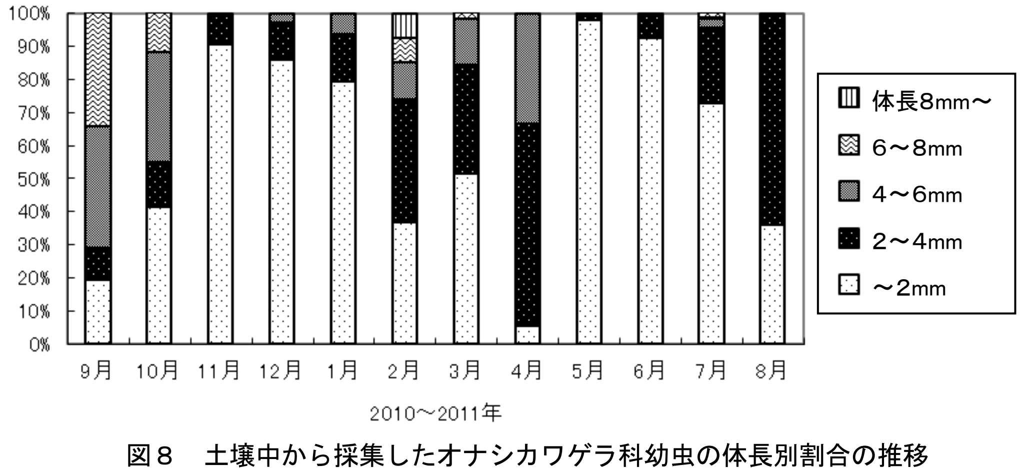

図８　土壌中から採集したオナシカワゲラ科幼虫の体長別割合の推移

わさび田の流水中の幼虫については、考案したゴーストラップ（25cm×50cm のナイロン製のゴースを二つ折りにしたもの）を 2010 年９月から滑沢試験地の最下段のわさび田の田頭に設置し、2011 年８月まで２週間間隔で交換回収後オナシカワゲラ科を対象に調査を行いました。

結果は図９と図 10 に示します。ゴーストラップは、オナシカワゲラ科幼虫をよく捕捉し、２週間で最大約 1400 頭を捕捉しました。捕捉した幼虫数の推移は土壌中の推移と同様の傾向があり、11 月～４月は少なく５月に急増し、以後しだいに減少しました。採集したオナシカワゲラ科幼虫の体長別割合の推移についても土壌中の推移と同様なパターンを示し、11 月と５月～６月に２㎜

未満の若齢幼虫割合がピークとなり、その後２㎜以上の個体が増加しました。なお、ゴーストラップは田頭に設置したので、捕捉された幼虫は上段のわさび田から用水とともに流れてきたと考えられ、幼虫は流水で容易に移動していることは明らかです。

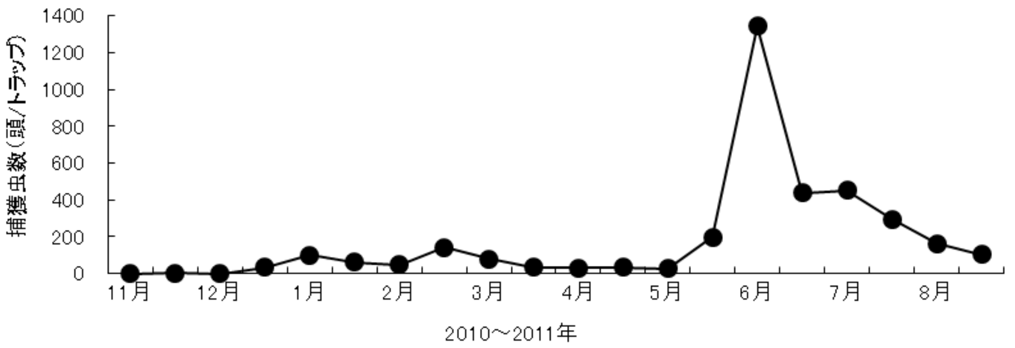

図９　ゴーストラップで採集したオナシカワゲラ科幼虫の捕獲虫数の推移

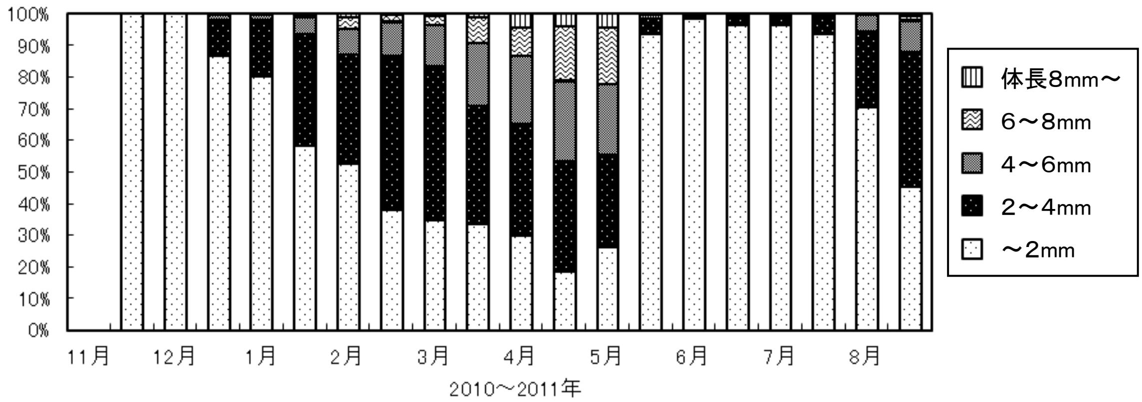

図 10　ゴーストラップで採集したオナシカワゲラ科幼虫の体長別割合の推移

以上の土壌中と流水中のオナシカワゲラ科幼虫の発生消長と体長別割合の調査から、滑沢試験地のわさび田では６月に幼虫密度がピークとなり、その後しだいに低下し 11 月～５月は密度が低くなるという発生型であり、孵化幼虫の主な発生時期は６月と 11 月であると考えられます。なお、この発生パターンは滑沢試験地特有なのか伊豆市湯ヶ島地域全体に当てはまるのかはこの調査のみでは判断できません。生息種は地域、水系、標高、立地条件で異なると予想されるので、今後県内各地のわさび田について調査する必要があります。

（４）想定される水生昆虫のわさび田への侵入経路とわさび田でのライフサイクル

水生昆虫は年間を通じてわさび田に生息していることが判明しました。Muller (1954) は、水生昆虫の成虫は上流へ産卵飛行をし、幼虫は水流で流下し分散しつつ成長するという「コロニゼーションサイクル」説を提唱しています。これまでの調査結果や「コロニゼーションサイクル」説から、次のようにわさび田で世代を繰り返していると考えられます。

①水生昆虫の幼虫のわさび田への侵入は、用水として利用される河川水と一緒に流入することに加え、わさび田内での成虫の産卵→孵化によって行われる。

②わさび田内では、枯葉やワサビを餌として成長し定着する個体もあるが、用水の流れによっ

て下流田へと流れる個体がある。

③幼虫はわさび田内や河川で成虫となり、上流のわさび田や河川に移動して産卵する。

と想定され、以上の模式図を図 11 に示します。

一方、ワサビは用水を共用する棚田方式で栽培され、水系内には複数のわさび田が連なっています。それぞれのわさび田は定植や収穫が不定期に行われるため、様々な生育ステージのわさび田が混在します。また、わさび田の用水の流量や流速は自然変動に委ねられています。水生昆虫が用水によってわさび田に侵入し、水流に乗って移動することから、わさび田における水生昆虫の生息数は上段のわさび田の状況や水流の状況によって変化し、個々のわさび田において様々なパターンを示すと考えられます。

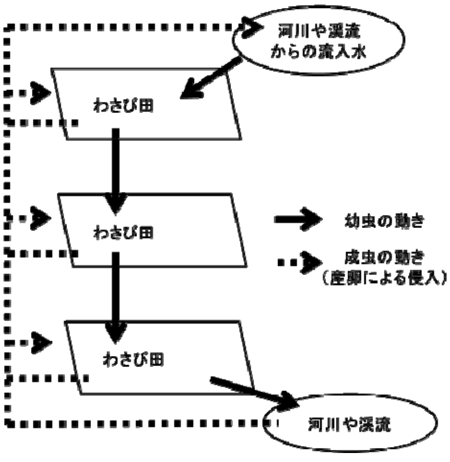

図 11 想定される水生昆虫の侵入経路とライフサイク

3　わさび田に生息するオナシカワゲラ科とカクツツトビケラ科の種構成

オナシカワゲラ科では未記載種を含めて 100 種程度、カクツツトビケラ科では 40 種以上が知られていますが、わさび田における生息種を調べた例はほとんどありません。そこで、2011 年３月～2012 年３月にわさび科滑沢試験地と棚場試験地のわさび田に羽化トラップを設置し、７日間隔で捕獲された雄成虫の種同定を行い生息種と構成割合を調査しました。

表２にオナシカワゲラ科の種別の年間捕獲数と構成割合を示します。両試験地ともに第１優占種はアサカワオナシカワゲラでした。次いで、滑沢試験地ではヤマトオナシカワゲラ、サトモンオナシカワゲラ、トワダオナシカワゲラの順に多く確認され、棚場試験地ではオナシカワゲラ、ジュッポンオナシカワゲラの順に多く確認されました。

表２　オナシカワゲラ科成虫の年間捕獲虫数

和名（種名）	滑沢試験地		棚場試験地	
	虫数/トラップ	割合%	虫数/トラップ	割合%
オナシカワゲラ科 ♂	1087		883.5	
アサカワオナシカワゲラ（*Nemoura longcercia*）	784	72.1	725.5	82.1
ヤマトオナシカワゲラ（*N. japonica*）	243	22.4	7	0.8
サトモンオナシカワゲラ（*Amphinemura zonata*）	26.5	2.4	2.5	0.3
トワダオナシカワゲラ（*Protonemura towadensis*）	17.5	1.6	0	0
オナシカワゲラ（*N. fulva*）	6	0.6	81.5	9.2
ジュッポンオナシカワゲラ（*A. decemseta*）	4.5	0.4	60	6.8
ヨンホンオナシカワゲラ（*A. flavostigma*）	3	0.3	0	0
ケフカオナシカワゲラ（*N. redimiculum*）	1.5	0.1	6	0.7
ウエノオナシカワゲラ（*N. uenoi*）	1	0.1	1	0.1
オナシカワゲラ科♀	1081		763.5	

表３にはカクツツトビケラ科の種別の年間捕獲数と構成割合を示します。滑沢試験地ではツダカクツツトビケラ、コカクツツトビケラの２種が同程度確認され、棚場試験地ではコカクツツトビケラのみが確認されました。

表３　カクツツトビケラ科成虫の年間捕獲虫数

和名（種名）	滑沢試験地		棚場試験地	
	虫数/トラップ	割合%	虫数/トラップ	割合%
カクツツトビケラ科 ♂	27		135	
ツダカクツツトビケラ（*Lepidostoma tsudai*）	15.5	57.4	0	0
コカクツツトビケラ（*L. japonicum*）	10.5	38.9	135	100
ヒロオカクツツトビケラ（*L. bipertitum*）	1	3.7	0	0
カクツツトビケラ科♀	30		120	

以上のことから、伊豆市湯ヶ島ではオナシカワゲラ科はアサカワオナシカワゲラが優占種、カクツツトビケラ科はツダカクツツトビケラ、コカクツツトビケラが優占種と考えられます。しかし、伊豆市湯ヶ島内でも滑沢試験地と棚場試験地では生息種と種構成が異なっていたことから、地域はもとより水系や標高の違いなどにより、生息種や優占種は変化すると考えられます。

図 12 に両試験地で個体数の多かったオナシカワゲラ科の雄成虫の羽化消長を示します。両試験地を総合すると主要種の主な羽化時期は、第１優占種のアサカワオナシカワゲラが概ね３月～４月と６月及び 10 月～11 月、ヤマトオナシカワゲラは概ね３月～６月と８月～９月及び 11 月～12 月、ジュッポンオナシカワゲラが３月～５月、オナシカワゲラが４月～６月と考えられます。

なお、第１優占種のアサカワオナシカワゲラの羽化時期と２-（３）で体長２㎜ 未満の幼虫割合が高かった時期は、卵期間を考慮すると概ね一致しています。

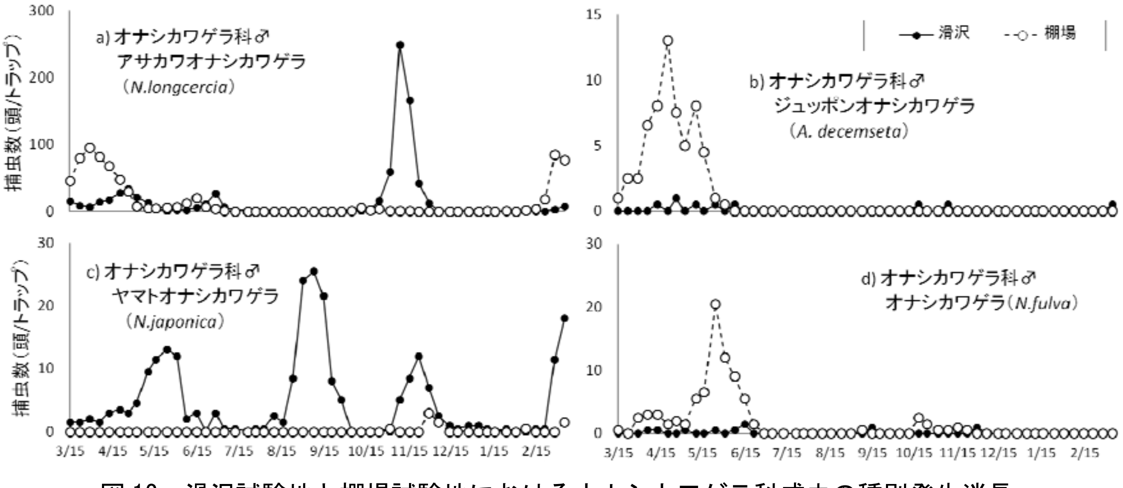

図 12　滑沢試験地と棚場試験地におけるオナシカワゲラ科成虫の種別発生消長

一方、カクツツトビケラ科の優占種であったコカクツツトビケラとツダカクツツトビケラは、コカクツツトビケラが６月中旬と８月中旬頃をピークに概ね４月～８月に、ツダカクツツトビケラは５月～９月まで断続的に羽化がみられました（データ省略）。

４　オナシカワゲラ科幼虫のワサビと枯葉に対する選好性

オナシカワゲラ科幼虫とカクツツトビケラ科幼虫は、一般的に枯葉や枯葉等に付着している微生物を餌にしているとされています（吉村ら,2006）。そこで、ワサビを好んで積極的に食害するか確認するために、オナシカワゲラ科幼虫のワサビと枯葉に対する選好性を調査しました。

まず、水の流れのある循環式水耕栽培装置内にワサビ根茎を植えその周囲に枯葉を敷き、オナシカワゲラ科幼虫を放飼しました。結果を図 13 に示します。設置した枯葉量が多いほど、幼虫の枯葉の食害量が多くなり、根茎の食害量が少なくなりました。このことから、幼虫の好餌はワサビではなく枯葉であり、枯葉が十分ある条件ではワサビを積極的に食害することは少ないと考えられます。

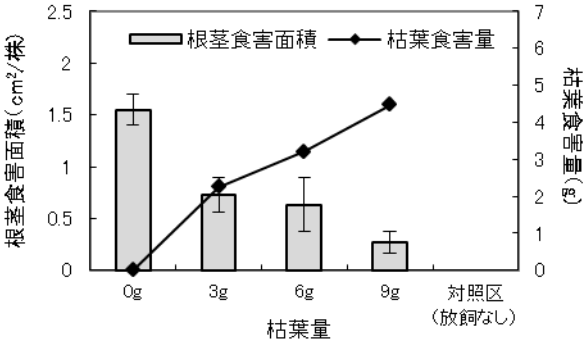

図 13　流水中でのワサビ根茎と枯葉に対する選好性調査

流水中では偶然にワサビに到達し、食害している可能性があります。そこで、停滞水中の水槽にワサビ葉柄と割り箸に巻き付けた枯葉を立て、オナシカワゲラ科幼虫を放飼し、自力での選好力を調査しました。

結果を図 14 に示します。無傷の葉柄を設置した水槽では調査期間中ほとんどの個体が枯葉に寄生していました。一方、軽く擦って付傷した葉柄を設置した水槽では、最初は枯葉に寄生する個体が多く確認されましたが、時間の経過とともに有傷の葉柄に寄生する個体が増加し、放飼 11 日後には葉柄と枯葉に寄生する個体数が同程度になりました。これらのことから、オナシカワゲラ科幼虫は自力で好餌の枯葉を選好しますが、ワサビが傷付き表面に微生物が繁殖するなどすると餌として認識し自力で寄生するものと推測されます。なお、オナシカワゲラ科幼虫はワサビを嫌っているわけでなく、偶然到達した場合や十分な好餌がない場合、ワサビが傷付した場合などは積極的に加害すると考えられます。ワサビは葉を脱落させながら成長する植物なので常に傷があり、無傷部も表面には目に見えない微生物が繁茂しているので、実際のわさび田ではワサビを餌として認識していると考えられます。

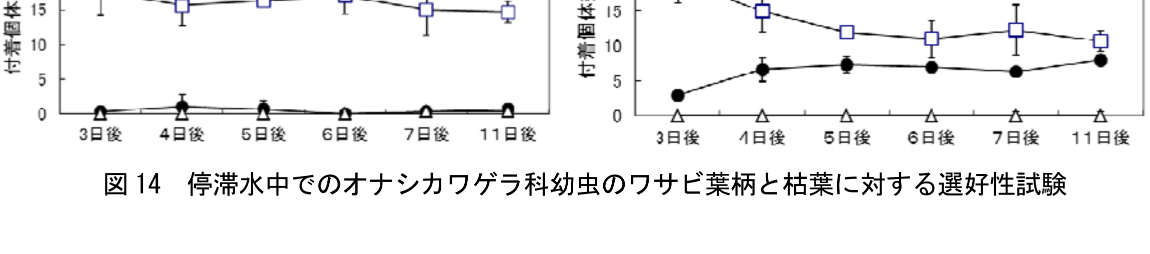

図 14　停滞水中でのオナシカワゲラ科幼虫のワサビ葉柄と枯葉に対する選好性試験

５　防除方法

（１）ゴーストラップを用いた大量捕捉法による防除の試み

ゴーストラップは流水中の水生昆虫の幼虫を良く補足するので、これをわさび田の田頭に敷き詰め流入する幼虫を大量捕捉することで、被害を軽減できないか検討しました。試験は 2010 年 10 月に滑沢試験地の最下段のわさび田で実施し、入水幅２m、長さ５m になるよう区切りワサビを定植しました。なお、栽培期間は１年とし、ゴーストラップは２週間毎に交換しました。

結果を表４に示します。栽培期間中のトラップ区で捕捉したオナシカワゲラ科幼虫は約 18,000 頭で大量の幼虫を補足できましたが、トラップ区と無処理区の被害程度はほぼ同等で、効果は認められませんでした。図 15 のように栽培期間中の土壌中オナシカワゲラ科幼虫密度に変化がなかったことから、効果が見られなかったのはトラップをすり抜けた幼虫の定着数が無設置区と同程度であったことや、成虫の産卵により幼虫が区内で増殖したことが原因と考えられます。

表４　ゴーストラップによるオナシカワゲラ科幼虫の捕捉数と被害軽減効果

処理区	期間中の捕捉数	欠株率（%）	食害痕面積/根茎（cm^2）
無設置	−	53.5	0.31
トラップ	17914	43.5	0.15
有意差		n. s.	n. s.

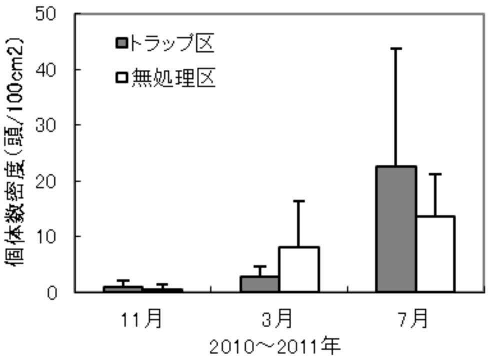

図 15　トラップ区と無処理区の土壌中のオナシカワゲラ科幼虫の密度推移

（２）パイプ栽培による防除効果の確認と通水型パイプによる根茎色の改善効果

わさび田土壌に直径・高さが約８cm の塩化ビニルのパイプを差し込み、その中にワサビの苗を定植するパイプ栽培は、水生昆虫の被害を防ぐことが経験的に知られています（図 16）。その効果はパイプが物理的に水生昆虫とワサビの接触を妨げることと、パイプ内は水が無く侵入しても死亡してしまうことが要因とされています。一方で、パイプ栽培はパイプなし栽培に比べ、根茎色が淡くなると言われています。そこで、パイプ栽培の効果を確認するとともに、根茎の緑色が発現する要因として水の存在が考えられたので、通水型パイプを試作し根茎色の改善効果を検討しました。

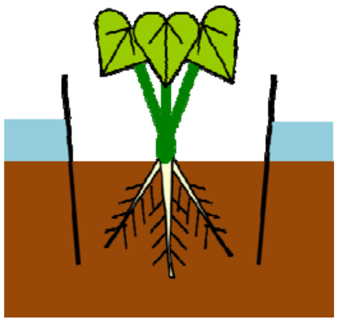

図 16　パイプ栽培

試験は滑沢試験地にて 2007 年６月から一年間栽培で実施しました。塩化ビニルのパイプを従来パイプとし、通水型パイプは網目 0.4mm と 0.6mm を用い、パイプなし栽培と比較しました。結果は表５に示したとおり、従来パイプでの栽培は明らかにパイプなし栽培に比べ欠株数が少なく、また有意差は無いものの根茎の傷が少なくなる傾向にあり、効果が確認されましたが、根茎色は淡くなる欠点も確認できました。一方、通水型パイプはいずれの目合いも従来パイプと同等の欠

株被害の軽減効果が認められましたが、根茎色は従来パイプと差が無く、改善効果は認められませんでした。なお、通水型パイプは、ワサビの根が網目に絡んで抜けにくくなり、収穫作業に時間がかかる問題がありました。

表５　各種パイプ栽培による欠株数と収穫されたワサビ根茎品質の比較

パイプの種類	30 株中の欠株数	根茎重(g)	根茎色	根茎の傷	
				黒変数	へこみ数
0.4mm 区	3.0 a	49.0	2.8	12.7	4.7
0.6mm 区	2.7 a	50.1	2.8	16.0	7.3
従来パイプ区	2.0 a	40.0	2.7	7.3	5.3
パイプなし区	10.7 b	50.9	3.6	12.3	8.7
有意性	***	n. s.	△	n. s.	n. s.

根茎重、根茎色、根茎の傷は、残存 10 株の平均値。
根茎色は表面色の薄いものを1、濃いものを5として5段階評価。
***は 0.1%水準、△は 10%水準で有意差あり、n. s. は有意差なしを示す。同符号間は Tukey の検定(1%)で有意差なしを示す。

（３）パイプ途中除去による根茎色の改善効果

パイプ栽培は水生昆虫の被害軽減効果が高いことから、被害を軽減しつつ根茎色を改善する方法として栽培途中でパイプを外す方法が考えられたので検討しました。

試験は滑沢試験地にて 2011 年４月に定植し一年間栽培で実施し、定植後３か月毎にパイプを除去しました。その結果は表６のとおりで、パイプを定植後６か月後、９か月後に除去した区では、パイプ除去なし区と同程度に欠株や根茎の食害を軽減することができ、根茎色はパイプなし区に比べ淡いものの、パイプ除去なし区よりも改善されました。

表６　パイプ途中除去がワサビ根茎色及び水生生物被害に及ぼす影響

パイプの除去時期	20 株中の残存株数	食害面積 (cm^2)	根茎色別割合(%)			
			1以上2未満	2以上3未満	3以上4未満	4以上5未満
パイプなし	4	2.72 a	25.0	75.0	0	0
定植後3か月	13	1.37 a	46.2	53.8	0	0
定植後6か月	18	0.55 b	66.7	33.3	0	0
定植後9か月	16	0.33 b	50.0	43.8	6.3	0
定植後 12 か月	18	0.38 b	94.4	5.6	0	0
有意差		*				

2010 年4月に定植し、2011 年4月に収穫した。パイプ除去時期定植後 12 か月はパイプ除去なし。
食害面積の数値は残存株の平均値。根茎表面のへこんでいる箇所を食害痕とした。
＊は Kruskal-Wallis 検定(5%)で有意差あり。異符号感は Steel-Dwass 検定(5%)で有意差あり。
根茎色は表面色の薄いものを1、濃いものを5として5段階評価。

なお、データは示しませんが、直径12.5cmのパイプと直径7.5cmのパイプを比較した結果では、ワサビの生育と水生生物の被害軽減効果は同等でした。直径 12.5cm 程度のパイプであれば、栽培途中や収穫での除去作業の効率が良くなると考えられます。

この試験では、定植後６～９か月でパイプを除去することで、水生昆虫の被害を抑制しつつ根茎色を改善することができました。しかし、前述したとおり水生昆虫の生息種、発生時期、発生程度は地域や水系、立地条件によって変化すると考えられるので、パイプの除去時期は、わさび田の幼虫密度を考慮して決定する必要があります。

おわりに

環境指標生物でもある水生昆虫は､ワサビを加害する害虫であっても農薬の適用は望めません。現状ではパイプ栽培が最も簡便で有効な防除対策と言えます。パイプを栽培途中で除去することにより根茎色が薄くなる欠点を軽減することができましたが、水生昆虫の密度が高い時期にパイプを除去すると収穫までに被害を受ける可能性もあるため、わさび田内の水生昆虫の密度に注意し除去時期を判断することが重要です。

また、水生昆虫の生態に関しては未だ多くが明らかとなっていませんが、今後の研究で水生昆虫の生態が解明されれば、有効な防除技術の開発につながると考えられます。今回の研究が今後の生態研究と新たな防除技術開発に役立つことを期待しています。

参考文献

1)築地録太郎・鈴木正, 1957. ワサビ栽培の基礎調査（４）水棲害虫について. 日林誌, 39巻４号, 142-145

2)小松典, 1971, ジュッポンオナシカワゲラの生活史. Japanese journal of entomology, 39巻２号, 166-172

3)Muller, K. 1954, Investigations on the organic drift in North Swedish streams. Rep. Inst. Freshwater Res. Drottningholm, 35, 133-148

4)吉村千洋・谷田一三・古米弘明・中島典之, 2006. 河川生態系を支える多様な粒状有機物. 応用生態工学, ９巻１号, 85-101

病害虫防除所・研究員・田中弘太
上席研究員・芳賀一
農林技術研究所伊豆農業研究センター・科長・西島卓也

発行年月：平成２６年３月
編集発行：静岡県経済産業部振興局研究調整課

〒４２０－８６０１
静岡市葵区追手町９番６号
℡０５４－２２１－２６７６

この情報は下記のホームページからご覧になれます。
http://www.pref.shizuoka.jp/sangyou/sa-130a/