アジアカブトエビTriops granarius卵の孵化率を高める土壌水分条件

誌名	日本応用動物昆虫学会誌
ISSN	00214914
著者名	篠川,貴司
発行元	日本応用動物昆虫学会
巻/号	41巻4号
掲載ページ	p. 237-239
発行年月	1997年11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

アジアカブトエビ *Triops granarius* 卵の孵化率を高める土壌水分条件

篠川貴司
愛媛大学農学部

Effect of Dry and Wet Soil Conditions on Hatching Rate in Asian Tadpole Shrimp, *Triops granarius*. Takashi SHINOKAWA (College of Agriculture, Ehime University, Tarumi, Matsuyama 790, Japan). *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* **41**: 237–239 (1997)

Abstract: Soil desiccation increases egg floating and floating eggs have a higher hatching rate than sinking eggs.

Key words: *Triops granarius*, floating eggs, egg dormancy, dry stimulus, biological weed control

カブトエビ Genus *Triops* は淡水棲の甲殻類で，日本では水田に特異的に棲息し，高密度で発生すると高い除草効果があること (片山, 1974; TAKAHASHI, 1992)，その耐久卵が保存性にも優れている (片山・高橋, 1980) ことから，生物農薬的な使い方も期待されている。しかし，これまでの試みではその発生に年次変動が大きい (篠川, 1995) こと等から，生物的防除の担い手としての利用は大きな壁にぶつかっている。この発生量変動の原因の一つとして，孵化率に変動が大きいことが TAKAHASHI (1977) によって指摘されている。この変動を小さくするためには，どのような環境刺激が孵化率に影響を及ぼすのかを明らかにすることが重要である。

これまで，カブトエビの発生密度を高める環境要因としては，注水等によって一時的水域が生じる前に土壌が乾燥することが重要であると指摘されている (高橋・黒岩, 1981; TAKAHASHI, 1977; FLY and MULLA, 1992) が，これらの研究では乾燥刺激の強さや乾燥期間における土壌含水率の変動等が示されておらず，また，発生量の増大に乾燥刺激による孵化率の上昇が関与しているかどうかも不明である。また，カブトエビ卵は土壌の乾燥によって浮水卵となることが知られている (片山・高橋, 1980)が，実際にどの程度の乾燥によって浮水卵が生じるのかという定量的な実験はまったく行われていなかった。

本研究では，(1) 湿潤土壌中での卵の保存，(2) 卵を含む土壌の乾燥が，孵化率・浮水率にどのように影響するのかを検討した。本文に入るに先立ち，本研究に多大な協力と適切な助言をいただいた大阪府立農林技術センター害虫研究室の田中　寛博士に厚くお礼申し上げる。

材料および方法

実験には大阪府立農林技術センター実験水田から 1996 年 6～7 月に採集した成体，および実験水田から採取した土壌に実験室内で注水，飼育して得られた成体を用いた。いずれもアジアカブトエビ *Triops granarius* であった。

成体による産卵と土壌中からの採卵は高橋 (1980) 法を参考に以下のように行った。水田土壌を水中でふるい，粒度約 0.15 mm 以下に調整した土壌を深さ 2 cm まで敷き詰めた容器 (15×21×10 cm) に水深 3 cm まで注水して産卵槽とし，背甲長 12.5～20.0 mm の成体一つがいを 2 日間放飼した後，卵を含む土壌を，必要とする期間乾燥処理した。土壌の乾燥処理は，産卵槽を排水後 25±1°C の恒温室 (相対湿度 70～90%) において自然乾燥で行った。土壌含水率 (%wt) (＝100×(湿土重－乾土重)/湿土重) は乾燥 70～360 時間まではほぼ直線的に低下し ($y=-0.164x+64.438$, $r^2=0.864$)，乾燥 360 時間で 10%wt 以下になったので，乾燥時間を変えることで土壌含水率を調節することができた。

土壌中の卵の採取は，産卵槽内の土壌を標準ふるい (50 メッシュ，目幅 300 μm) に入れ，シャワーガンを用いて洗い出して行った。ピンセットでつまんだ感触から，弾力がなく死んでいると判断されるものは取り除き，生存卵のみを孵化実験に用いた。また，卵を蒸留水を入れたシャーレに投じ，浮上する卵 (浮水卵) と沈降する卵 (沈水卵) に分類しその数を数えた。

実験 1.　湿潤土壌中での卵の保存が孵化に与える影響

産卵後，卵を湿潤土壌中 (湛水状態) に，0，5，10，21，50，101 日間保存した後，土壌含水率が 10%wt 以下になるまで (15 日間) 乾燥し (Fig. 1 (C))，土壌中から洗い出した卵の浮沈の割合，孵化率，死亡率を比較した。

24 時間以上曝気した蒸留水を入れた孵化槽 (18×24×10 cm) に，卵を入れた孵化チェンバー (透明スチロール棒瓶 (40 m*l*) の蓋と底を抜いて目幅 250 μm の金網を張り付けたもの) を浸水させた。孵化実験は，すべて 25±1°C の条件で 16L–8D の蛍光灯照明下で行った。24 時間ごとに孵化チェンバーの蓋を外し，孵化した幼生を取り除きながらその個体数を計数した。また，実験は浸水後 10 日間行い，まず，前述の方法で卵の生死を判定し，実験中の卵の死亡率 (%) (＝100×死亡卵数/供試卵数) を求めた。次に，死亡卵を除いた生存卵の孵化率 (%) (＝100×孵化卵数/(供試卵数－死亡卵数)) を求めた。

実験 2.　卵を含む土壌の乾燥による孵化への影響

産卵後，45 日間湿潤土壌中 (湛水状態) に保存した後，25°C での乾燥処理日数を変えること (5～15 日間) によって，土壌含水率を 5～50% wt に調節した。また，そのときの産卵槽内の土壌を一部 (約 40 m*l*) 取り，実際の土壌含水率 (%wt) を測定した。さらに，それ以上土壌含水率が変化しないように産卵槽を密閉し 45 日間保存した (Fig. 2 (C)) 後，土壌から洗い出した卵の浮水率，死亡率，孵化率を実験 1 と同様の方法で比較した。

日本応用動物昆虫学会誌 (応動昆)　第 41 巻　第 4 号：237–239 (1997)
1997 年 1 月 6 日受領 (Received 6 January 1997)
1997 年 6 月 6 日登載決定 (Accepted 6 June 1997)

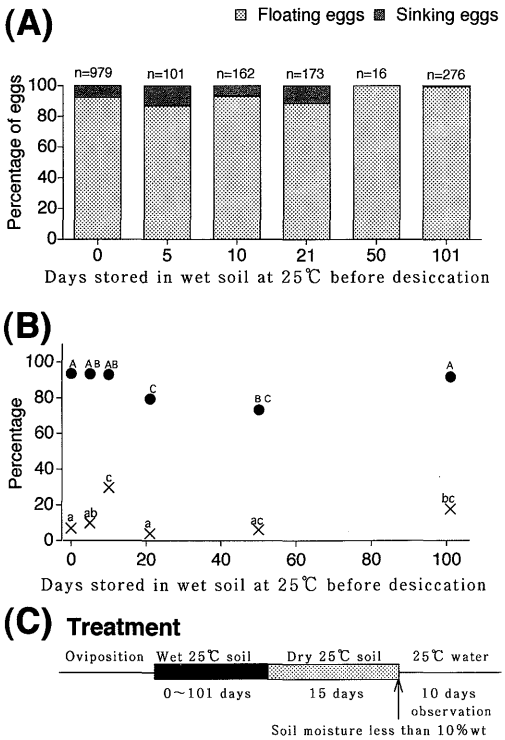

Fig. 1. Effect of storing Asian Tadpole Shrimp (*Triops granarius*) eggs in wet soil before desiccation at 25°C. (A) Percentages of floating and sinking eggs in total eggs deposited over 2 days by three pairs of shrimps. Numbers of eggs are indicated above each bar. (B) Hatching rate (●) and mortality rate (×) of eggs stored in wet soil. Percentage values with the same letter are not significantly different (χ^2 test $p<0.01$). (C) Diagram of egg treatment.

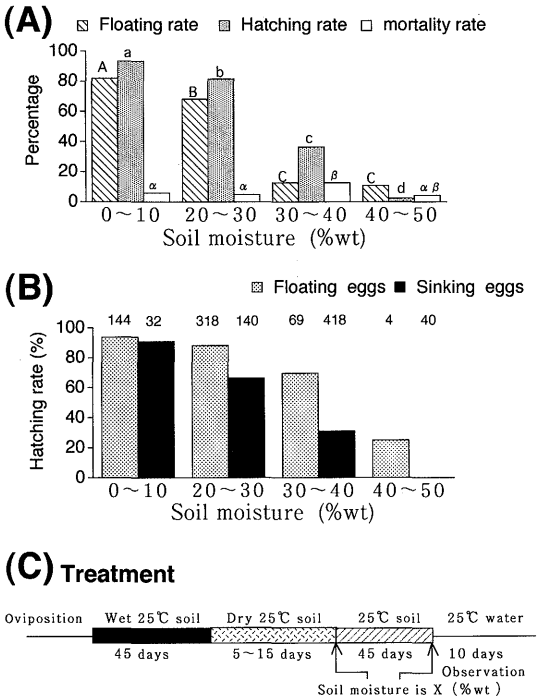

Fig. 2. Effect of storing eggs at different soil moistures (0%–10%wt, $N=187$, oviposited by 6 pairs), (20%–30%wt, $N=482$, oviposited by 4 pairs), (30%–40%wt, $N=558$, oviposited by 8 pairs) and (40%–50%wt, $N=46$, oviposited by 5 pairs). (A) Floating rate, hatching rate, and mortality rate are shown by bars when eggs were submerged in water. Percent values of the same letter above each bar are not significantly different (χ^2 test $p<0.01$). (B) Difference in hatching rate between floating and sinking eggs. Numbers above the bars indicate the number of surviving eggs. (C) Diagram of egg treatment.

結　　果

実験 1.　湿潤土壌中での卵の保存が孵化に与える影響

浮水卵と沈水卵の割合をみると，0，5，10，21 日間湿潤土壌で保存した場合には沈水卵は 10% 前後存在したが，50，101 日間湿潤土壌で保存した場合には，沈水卵はほとんどなくなった (Fig. 1 (A))。浮水卵の割合 (浮水率) には，危険率 1% で有意差があった ($\chi^2=29.1$, $p<0.01$)。

沈水卵と浮水卵を込みでみた場合，孵化率，死亡率とも，湿潤土壌中での保存期間によって変動しており (Fig. 1 (B))，孵化率にも ($\chi^2=43.6$, $p<0.01$)，死亡率にも ($\chi^2=97.8$, $p<0.01$)，保存期間によって危険率 1% で有意差が認められた。しかし，孵化率はほぼ安定して高く (70～95%)，死亡率は 30% 以下で，どちらも変動の幅は小さかった。

実験 2.　卵を含む土壌の乾燥による孵化への影響

浮水率は，土壌含水率が 30%wt 以上だと 10% 程度であるが，乾燥を強くしていくにつれて上昇し，土壌含水率を 0～10%wt とした場合では，80% 以上になった (Fig. 2 (A))。浮水率には，土壌含水率 30～40%wt と 40～50%wt の組み合わせ以外では，各土壌含水率の処理区間で危険率 1% 以下で有意な差が認められた。

孵化率は，土壌含水率が 40%wt 以上だと非常に低いが，乾燥を強くしていくにつれて上昇し，土壌含水率が 0～10%wt のとき，90% 以上になった (Fig. 2 (A))。また，各土壌含水率の処理区間で，危険率 1% 以下で有意な差が認められた。

死亡率と土壌含水率の間には特別な関係は見出せなかった (Fig. 2 (A))。土壌含水率 0～10%wt と 30～40%wt，20～30%wt と 30～40%wt の間でのみ危険率 1% 以下で有意な差が認められたが，他の土壌含水率の処理区間では有意差は認められなかった。また，死亡率は最大でも 13% (土壌含水率 30～40%wt のとき) 程度であった。

また，浮水卵と沈水卵の孵化率をおのおのの土壌含水率条件で比較すると，浮水卵の方が孵化率が高い傾向が見られ，特に

土壌含水率 20～30%wt ($\chi^2=28.7$, $p<0.01$) と土壌含水率 30～40%wt ($\chi^2=36.1$, $p<0.01$) の条件では，危険率 1% で有意な差があった (Fig. 2 (B))。

考　　察

土壌の乾燥処理が卵の浮水率と孵化率の 2 つを高める効果があることが示された (Fig. 2)。浮水率は，土壌含水率 30～40% と 40～50% の組み合わせ以外の処理区間では危険率 1% 以下で有意な差が認められたことから，少なくとも土壌含水率 20～30%wt 以下という乾燥の強さが卵の浮水を促進する臨界含水率であると考えられた (Fig. 2 (A))。孵化率は，すべての処理区間で危険率 1% 以下で有意な差が認められたことから，少なくとも土壌含水率 30～40%wt 以下という乾燥の強さが孵化を促進する臨界含水率であると考えられた (Fig. 2 (B))。

湿潤土壌で 0～21 日間保存した後乾燥処理した場合には沈水卵は 10% 前後存在したが，50 日間以上湿潤土壌で保存した後乾燥処理した場合には沈水卵はほとんどなくなった (Fig. 1 (A))。このことから，浮水卵となるために必要な卵外皮の成熟には，50 日程度の湿潤土壌中保存で十分であると考えられる。また同時に，100 日間程度の保存であれば孵化率の極端な低下を招かないことも示された (Fig. 1 (B))。今回実験した 25°C での緩やかな (15 日間) 乾燥処理後の孵化率は，70～95% と安定しており，45°C の通風乾燥機で土壌含水率 10%wt 以下まで急激に (72 時間) 乾燥させたときの孵化率が 0～40% 程度である (篠川，未発表) のと比較して，全体的に高かった。今後は，野外での乾燥における温度条件や乾燥の速さを考慮した実験が必要であると思われた。

土壌含水率が 0～10% のときには，卵全体の 80% が浮水卵となった。実験条件での孵化率も 90% 以上あるので，野外においても孵化率は高いと考えられる。

土壌含水率が 20～30%wt のときには，卵全体の 68% が浮水卵となる。この場合も浮水卵の実験条件での孵化率は 88% あるが，沈水卵が 32% 存在し，また沈水卵の実験条件での孵化率も浮水卵と比べて有意に低い (66.5%) ので，野外での孵化率は土壌含水率が 0～10%wt の場合よりも，沈水卵が増える分だけ低下すると考えられる。

土壌含水率が 30～40%wt のときには，浮水率は 13% 程度である。この場合でも浮水卵の孵化率は 69.5% あるが，沈水卵の割合が高く，しかも，沈水卵の実験条件での孵化率も低い (31.1%) ので，野外での孵化率はさらに低下すると予想される。

土壌含水率が 40～50%wt のときには，浮水率は土壌含水率が 30～40%wt のときとほとんど変わらないが，孵化率が非常に低いので，野外においてもほとんど孵化してこないと考えられる。

したがって，アジアカブトエビを生物除草剤として利用する場合には，孵化率が高い条件で，すなわち，産卵後の土壌を，湿潤状態で保存し，常温 (25°C) で徐々に風乾して土壌含水率を 10%wt 以下にした後，水田に施用することが望ましいと考えられた。しかしまた，そうした乾燥条件においては浮水率も高くなると予想される。卵が水面まで浮かび上がったときに大雨等で田面水が溢水すると，卵が流失してしまい，その水田では出現しなくなるという現象がアメリカカブトエビ (篠川, 1995) やヨーロッパカブトエビ (五十嵐, 1970) で観察されているので，溢水等による浮水卵の流失を避けるような何らかの対策を講じることが必要であると思われる。

引　用　文　献

FLY, L.L. and M.S. MULLA (1992)　*J. Econ. Entomol.* **85**: 65–69.

五十嵐敬司 (1970)　山形農林学会報 **27**: 33–39.

片山寛之 (1974)　雑草研究 **17**: 55–59.

片山寛之・高橋史樹 (1980)　カブトエビ．日本の淡水生物 (川合禎次・川那部浩哉・水野信彦　編)，東京：東海大学出版会，pp. 133–146.

篠川貴司 (1995)　応動昆 **39**: 168–170.

TAKAHASHI, F. (1977)　*Appl. Entomol. Zool.* **12**: 104–117.

高橋史樹 (1980)　応動昆中国支会報 **22**: 54–60.

TAKAHASHI, F. (1992)　Proceeding of International Symposium on Biological Control and Integrated Management of Paddy and Aquatic Weeds in Asia, Tsukuba, pp. 259–272.

高橋史樹・黒岩裕治 (1981)　自然農法研究 (1981 年) pp. 101–108.