

寄生～2次寄生の発生条件～

新潟大学教育人間科学部附属長岡中学校3年1組21番 清水 壮

1、研究に至った経緯

僕が今まで研究してきた昆虫（蜂）には沢山の種類があった。最近では寄生蜂の仲間に興味を持ち調べている。その中で、アオムシコバチの二次寄生という不思議な生態に出会った。そして、二次寄生はどのようにして行われているかという疑問が生まれてきた。そこで、寄生～2次寄生の発生条件～について研究することにした。

2、研究の意義

この研究をすることによって、まだ知られていないアオムシコバチの二次寄生について解明することができる。

3、2次寄生とは？

寄生蜂の仲間は、DNA ウイルスの一種であるポリドナウイルスの仲間を利用して生きている寄主（食料）を新鮮な状態に保って（寄主を生かしたまま）幼虫たちの餌にしてしまう（単寄生）。生かしたまま食べられてしまい中身がスカスカになった寄主は、当然のごとく寄生蜂が出ていった後に死んでしまうので成虫にはなれない。

このようなことが重複したものを2次寄生（単寄主←単寄生者・2次寄主←2次寄生者）、3次寄生（単寄主←単寄生者・2次寄主←2次寄生者・3次寄主←3次寄生者）、4次寄生・・・という。

4、全研究仮説

2次寄生は次の通りの条件が揃わなければならないであろう。

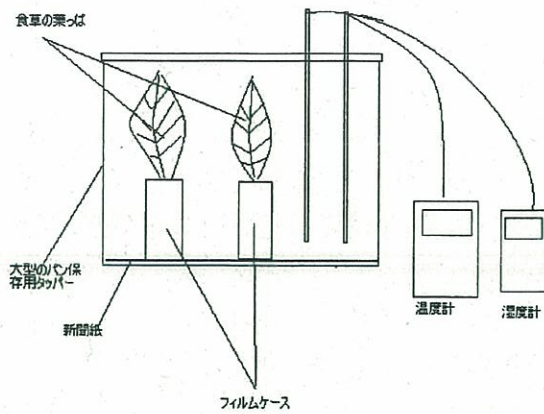
- 1) 適当な温度・湿度
- 2) 適当な季節
- 3) 適当な寄主

5、全研究のおおよその流れ（予定）

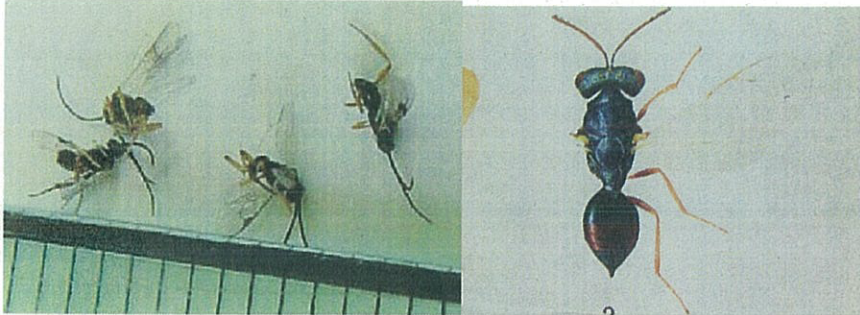
- 1) アオムシコバチ（2次寄生者）の寄主であるアオムシサムライコマユバチ（単寄生者・2次寄主）の発生に最適な環境の調査を行う。
- 2) 1に基づいてアオムシコバチとアオムシサムライコマユバチと寄主のモンシロチョウの幼虫を採集し、2次寄生を再現、観察する。そして2次寄生が発生する最小限の条件を調べる。
- 3) 2に基づいて2次寄生をするアオムシコバチの生活史についてと、2次寄生のメカニズムについて研究する。

6、予備研究—方法—（2次寄生の発生条件～）

モンシロチョウの幼虫を新潟県長岡市八丁沖にある我が家の畑で採集する。ただし採集する幼虫は寄生されている確率が高い3～5（終）齢幼虫とし、それらを持ち帰り100円ショップで購入したパン保存用の大型タッパーを改造して温度計と湿度計をセットした観察用ケース（資料1）で飼育し観察する。なお、飼育ケースは温度調節が可能な温室の中におく。そして温度や湿度からどのような条件が寄生に適しているかを調べる。

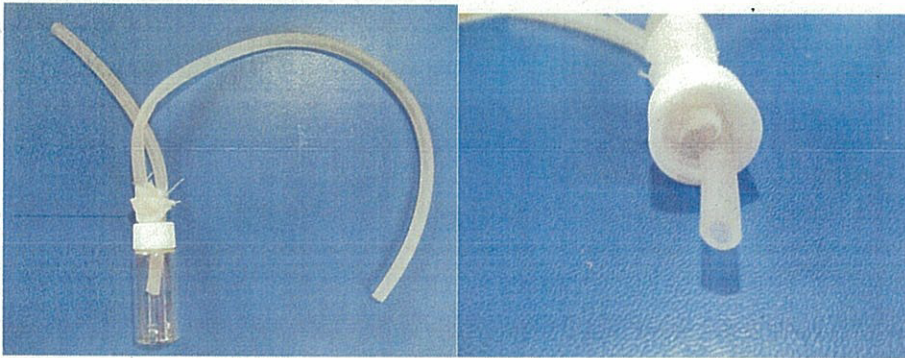


↑資料1



↑アオムシサムライコマユバチ

↑アオムシコバチ



↑市販の吸虫管では目が粗いので自主制作した吸虫管。ネットの部分を目の細かい布にした。

7、予備研究—仮説—

アオムシサムライコマユバチの寄生はモンシロチョウの幼虫の成育に最適な温度と同じで24～28度であろう。

8、予備研究—過程（日付け別）—

- ・5月29日 モンシロチョウの幼虫20匹を採集（資料2）
- ・6月1日 モンシロチョウの幼虫のうち15匹に餌が沢山あるのに飼育ケースの天井に上るなどの異常行動が見られる。
- ・6月2日 異常行動を起こした固体のうち13匹の個体の体の色がやや濃い緑に変化したように思われる。
- ・6月3日 異常行動を起こした固体の全てからアオムシサムライコマユバチの繭が発生。平均繭数は20.267以下四捨五入。最大31. 最低14.
- ・6月6日 繭からアオムシサムライコマユバチが発生
- ・6月10日 6月6日に発生したアオムシサムライコマユバチが死滅

「寄生～生活史からみた寄生のメカニズム～」

- ・ 6月11日 繭の中を調べてもアオムシコバチの蛹らしきものは見当たらないがしばらく観察を続ける。
- ・ 6月16日 アオムシコバチは発生しなかったものと判断する。

注：アオムシサムライコマユバチが発生しなかった固体を解剖したところ、全てにアオムシサムライコマユバチの幼虫が入っていたが死んでいた。



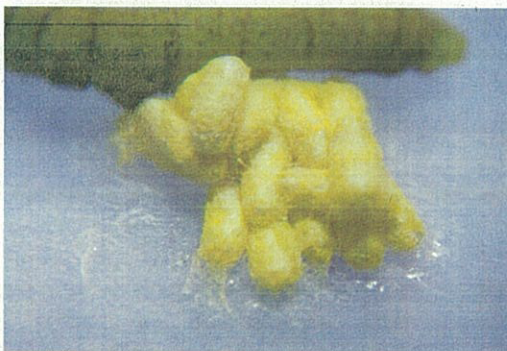
↑ 幼虫を採集したブロッコリー



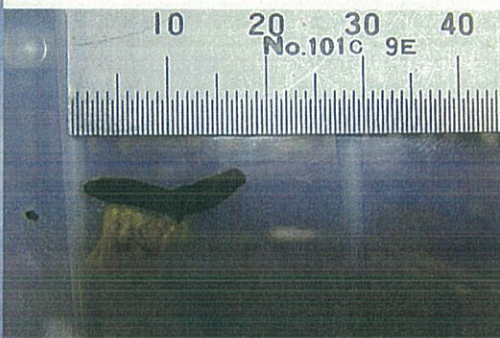
↑ 繭になる前の脱出した幼虫



↑ アオムシサムライコマユバチの繭



↑ アオムシサムライコマユバチの繭



↑ 中身がスッカランになった寄主は縮んでいった。

資料 2

A1 (識別番号)	35℃	33 (体長 mm)	終齢 (形態)	○14 (℃)
A2	35℃	33	終齢	○18
A3	35℃	26	4 齢	○20
A4	35℃	35	終齢	○26
A5	30℃	24	終齢	○15

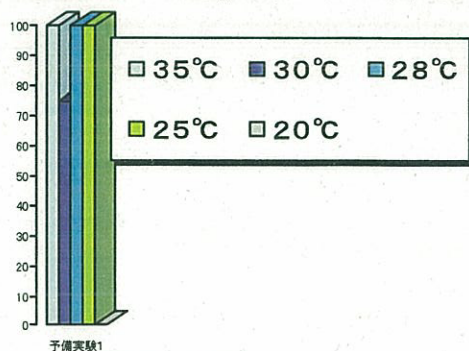
「寄生～生活史からみた寄生のメカニズム～」

A6	30℃	18	3 齢	×
A7	30℃	34	終 齢	○16
A8	30℃	31	終 齢	○19
A9	28℃	31	終 齢	○25
A10	28℃	33	終 齢	○28
A11	28℃	34	終 齢	○31
A12	28℃	31	4 齢	○15
A13	25℃	29	4 齢	○20
A14	25℃	25	4 齢	○21
A15	25℃	34	終 齢	○19
A16	25℃	16	3 齢	○17
A17	20℃	33	終 齢	×
A18	20℃	35	終 齢	×
A19	20℃	39	終 齢	×
A20	20℃	36	終 齢	×

9、予備研究－結果－

下のグラフのような結果になった。25℃～35℃という高めの温度での生育は順調であり寄生されていれば発生する確率もほぼ100%と高かった。

湿度については正確なデータが取れなかった。



10、予備研究－考察－

アオムシサムライコマユバチの寄生および生育には25℃～35℃という高めの温度が最適であり。やはりモンシロチョウの成育の最適温度と同じくらいである。なおその理由は餌の鮮度が理由と思われる。

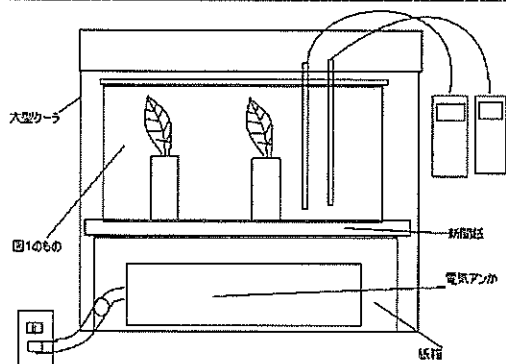
1 1、予備研究より

今回の予備研究でも分かった通り、アオムシコバチの発生は確認できなかった。この結果より予測できることは昨年研究したとき見られた2次寄生は、秋に見られたのでアオムシコバチの寄主が少なくなお且つアオムシコバチの発生とアオムシサムライコマユバチの発生が重なる秋にしか2次寄生は見られないのではないかとということである。もしその場合はこの研究をするには秋でなければならない。または人為的に時期をずらした個体を発生させ2次寄生を観察する方法しかなくなる。

1 2、研究1－方法－

1、予備研究で分かった寄生された寄主の見分け方を利用し、できるだけ多くの寄主とアオムシコバチの採集を行う（予備研究で分かった見分け方は、アオムシサムライコマユバチが寄生していた場合の見分けかたであるから、もし2次寄生されていたとしても分からないため一応アオムシコバチも採集しておく）。

2、1で採集したものを「1 1、予備研究より」で示した状態を再現するため資料3のような設備を作り飼育、観察する（予備研究よりも採集した個体数が多いため温室には全て入れられなかったので全て入れなかった）。なお、1ケースにつきモンシロチョウの幼虫を1個体、アオムシコバチを10個体ずつ入れ、温度は予備研究より、25℃～35℃にする。



←資料3

注意：他の条件は予備研究と同じものとする

1 3、研究1－仮説－

資料4から見てもアオムシサムライコマユバチ・アオムシコバチは高優先率を占めることを踏まえたうえ、「1 1、予備研究よりから」の通り、2次寄生の観察をするためには一定条件が必要であると思われる。その条件は次の通りである。

- 1) アオムシサムライコマユバチ・アオムシコバチが同時期に発生する。
- 2) 9月の中旬から10月の中旬

↓資料4

モンシロチョウにつく寄生蜂の個体数と優先率		
	ブロッコリー	キャベツ
コマユバチ科：Braconidae	平均 2.3	平均 1.7
アオムシサムライコマユバチ <i>Apanteles glomeratus</i> Linne	1.5～2.5 (4.0)	1.3～2.0 (3.1)
アシフトコバチ科：Chalcididae	平均 2	平均 1
キアシフトコバチ <i>Brachymeria obscurata</i> Walker	1～5 (1, 2)	1～2 (1.0)
コガネコバチ科：Pteromalidae	平均 2.7	平均 2.5
アオムシコバチ <i>Pteromalus puparum</i> Linne	1.0～3.5 (3.2)	1.5～4.2 (4.3)
オナガコバチ科：Torymidae	平均 1.5	平均 1.0

※ 上段はその科が羽化する平均個体数、中段はその種が羽化する大体の個体数、下段括弧内は優先率を%で示している。

○資料4についての解説
アオムシサムライコマユバチはとても優先率が高く発生個体数も多い。しかし、アオムシコバチと同じ寄主に寄生した場合はアオムシコバチにアオムシサムライコマユバチは負けてしまう。
キアシフトコバチは八丁沖には、異様なほど少なく優先率も極めて低い。

14、研究1ー過程（日付け別）ー

- ・7月27日 八丁沖でアオムシコバチと、アオムシサムライコマユバチに寄生されていると思われるモンシロチョウの幼虫を採集する（資料5）。
- ・7月29日 早くもほとんどのモンシロチョウの幼虫にアオムシコバチがたかっていた。
- ・7月30日 アオムシコバチがほとんど死んでしまった。
- ・8月4日 ほとんどのケースのモンシロチョウの幼虫が異常行動を起こす。
- ・8月15日 アオムシサムライコマユバチが発生。
- ・8月17日 全個体死滅・まだ観察を続ける。
- ・8月25日 観察を続けたがアオムシコバチの発生は確認できなかった。観察打ち切り。

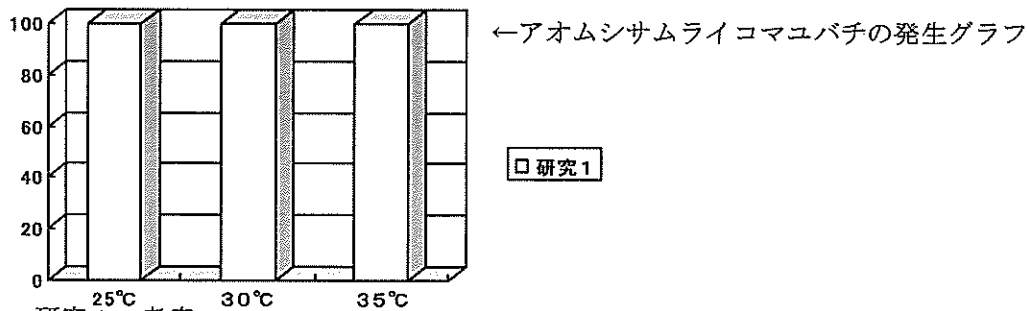
↓資料5

B 1 (識別番号)	25℃ (飼育温度)	3.3 (体長 mm)	終齢 (形態)	○ (サムライコマユバチ)	× (アオムシコバチ)
B 2	25℃	3.5	終齢	○	×
B 3	25℃	3.9	終齢	○	×
B 4	25℃	3.6	終齢	○	×
B 5	25℃	3.2	終齢	○	×
B 6	25℃	3.2	終齢	○	×

B 7	3 0℃	3 1	終齡	○	×
B 8	3 0℃	3 6	終齡	○	×
B 9	3 0℃	3 4	終齡	○	×
B 1 0	3 0℃	3 2	終齡	○	×
B 1 1	3 0℃	3 1	終齡	○	×
B 1 2	3 0℃	3 7	終齡	○	×
B 1 3	3 5℃	3 3	終齡	○	×
B 1 4	3 5℃	3 5	終齡	○	×
B 1 5	3 5℃	3 4	終齡	○	×
B 1 6	3 5℃	3 5	終齡	○	×
B 1 7	3 5℃	3 2	終齡	○	×
B 1 8	3 5℃	3 6	終齡	○	×

1 5、研究 1－結果－

下のグラフや、資料 5 からアオムシサムライコマユバチは 1 0 0 % といってもよい確率で発生したのだが、アオムシコバチは全く発生しなかった。



1 6、研究 1－考察－

この実験は失敗だった。人為的条件を加えてもアオムシコバチの 2 次寄生を確認することは難しいということになる。

1 7、研究 1 より

人為的条件で不可能であったから、できる限りの自然条件でアオムシコバチとアオムシサムライコマユバチの 2 種の発生が重なる 9～1 0 月にかけて 2 次寄生の観察をする必要があると考えられる。

1 8、研究 2－方法－

1, 「1 7、研究 1 より」の通り、早ければ 9 月の中旬にできるだけ多くの寄生されたと思われるモンシロチョウの幼虫と、それ以外の若い幼虫、ドクガの幼虫、アオムシサムライコマユバチ、アオムシコバチを採集する。

2, 寄生されていると思われるモンシロチョウの幼虫は 1 ケース (予備研究に使ったケースと同じもの) につき 1 個体ずつ入れ、寄生されていないと思われるモンシロチョウの幼虫・ドクガの幼虫と、アオムシサムライコマユバチ、アオムシコバチはそれぞれ 1 個体、5 個体、5 個体を 1 ケースに入れる。

3, 外の直射日光の当たらないところにケースを置いて観察をする。

19、研究2－仮説－

自然条件からみてもアオムシコバチとアオムシサムライコマユバチが同時発生する時期であるから、2次寄生は確認されるであろう。

20、研究2－過程（日付け別）－

- ・9月5日 寄生されていると思われるモンシロチョウの幼虫を10匹、寄生されていないと思われるモンシロチョウの幼虫を19匹、ドクガの幼虫5匹、アオムシコバチを110匹、アオムシサムライコマユバチを110匹採集しケースに移し自宅裏のタープの下に置く（資料6）。
- ・9月6日 寄生されていると思われるモンシロチョウの幼虫全てからアオムシサムライコマユバチが発生。繭の中には今まで飼育していたものと違い繭一つにつき1から2個の黒い蛹らしい物体が確認できた。また、寄生されていないと思われるモンシロチョウの幼虫・ドクガの幼虫とともにはいっていたアオムシコバチとアオムシサムライコマユバチのほとんどが死滅。
- ・9月8日 アオムシコバチが9月6日に発生したアオムシサムライコマユバチの繭から発生。2次寄生の確認。ドクガの幼虫からアオムシサムライコマユバチが発生。繭の中に黒い物体は一つもない。
- ・9月9日 寄生されていないと思われるモンシロチョウの幼虫からアオムシサムライコマユバチが発生。やはり繭一つにつき1から2個の黒い蛹らしい物体が確認できた。9月8日にその黒い蛹らしきものからアオムシコバチが発生したことから、アオムシコバチの蛹であると思われる。
- ・9月11日 アオムシコバチが9月9日に発生したアオムシサムライコマユバチの繭から発生。2次寄生を確認。

↓資料6

個体データと実験結果（寄生されていると思われるモンシロチョウの幼虫）				
C1（識別番号）	35（体長mm）	終齢（形態）	○（サムライコマユバチ）	○（アオムシコバチ）
C2	34	終齢	○	○
C3	36	終齢	○	○
C4	32	終齢	○	○
C5	35	終齢	○	○
C6	33	終齢	○	○
C7	31	終齢	○	○
C8	34	終齢	○	○
C9	32	終齢	○	○
C10	34	終齢	○	○

個体データと実験結果（寄生されていないと思われるモンシロチョウの個体と・・・）				
D1（識別番号）	33（体長mm）	終齢（形態）	○（サムライコマユバチ）	○（アオムシコバチ）
D2	36	終齢	○	○
D3	35	終齢	○	○
D4	31	終齢	○	○

「寄生～生活史からみた寄生のメカニズム～」

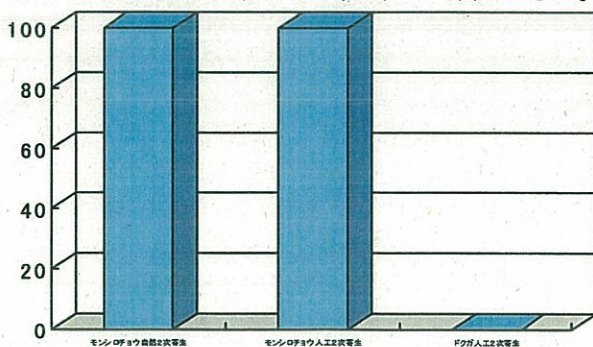
D5	36	終齢	○	○
D6	39	終齢	○	○
D7	33	終齢	○	○
D8	34	終齢	○	○
D9	32	終齢	○	○
D10	35	終齢	○	○
D11	33	終齢	○	○
D12	33	終齢	○	○
D13	35	終齢	○	○
D14	33	終齢	○	○
D15	33	終齢	○	○
D16	36	終齢	○	○
D17	32	終齢	○	○
D18	31	終齢	○	○
D19	3	終齢	○	○

個体データ表と実験結果（ドクガの幼虫と・・・）

E1（識別番号）	43（体長 mm）	終齢（形態）	○（サムライコマユバチ）	×（アオムシコバチ）
E2	46	終齢	○	×
E3	45	終齢	○	×
E4	41	終齢	○	×
E5	46	終齢	○	×

21、研究2－結果－

下のグラフや資料6の表からも読み取れる通り今回の観察は成功した。自然2次寄生と人工的な2次寄生両方とも100%に確率で2次寄生が確認できた。しかし、ガの幼虫には2次寄生はみられなかった。



22、研究2－考察－

仮説の通り2種が自然界で同時に発生する時期（今回の研究結果からは9月から10月の間）にアオムシコバチの2次寄生はみられる。ただし、寄主がモンシロチョウでなければならない。

23、全研究の考察

アオムシコバチの2次寄生には次のような条件が必要だ。

「寄生～生活史からみた寄生のメカニズム～」

- 1) アオムシコバチ、アオムシサムライコマユバチが同時期に発生すること。
- 2) アオムシサムライコマユバチの寄主がモンシロチョウの幼虫であること

24、おわりに

今回は不思議な2次寄生という現象の発生条件などについて調査することが出来たのでよかったと思う。

アオムシコバチの2次寄生については昨年の秋、アオムシサムライコマユバチの飼育観察の際に発見したのであるが、その現象は、僕はいつでも起こるものなのではないかと思っていた。ところが観察を続けていく中である一定条件が揃わなければ2次寄生は起こらないということがわかった。

アオムシコバチは二次寄生でも1次寄生でも出来る、また寄主が幅広い適応能力の優れたハチであるということがよくわかった。

今回の研究でわかった2次寄生の発生条件を利用して、今後も2次寄生について調べていきたいと思う。

参考文献・引用

杉浦直人・伊藤文紀・前田泰生 編著、25,III,2005 ハチとアリの自然史 (本能の進化学) : 北海道大学図書刊行会、安部逐哉、1989、シロアリの生態、v+156pp : 東京大学出版会、

Bohart,R,M,and Menke,A,S,1976,Sphecid Wasps of the World : A Generic Revision,ix+695pp,University of Californis Press,Berkeley,

Daly,H,V, Doyen,J,T,and Purchell,A,H,III,1998, Introduction to Insect Biology and Diversity (2nd ed.), xiii+680pp,Oxford University Press,Oxford,

国立天文台・代表台長海部宜男編著 : 村田誠四郎発行 : 平成16年11月30日発行
理科年表 平成17年 : 丸善株式会社

国立天文台・代表台長海部宜男編著 : 村田誠四郎発行 : 平成17年11月30日発行
理科年表 平成18年 : 丸善株式会社

国立天文台・代表台長観山正見編著 : 村田誠四郎発行 : 平成18年11月30日発行
理科年表 平成19年 : 丸善株式会社

千葉県立中央博物館監修 : 晶文社出版株式会社出版 : 10、VII、2004

あっ！ハチがいる！ 世界のハチとハチの巣とハチの生活

<http://puh.web.infoseek.co.jp/aboutkiseibachi.htm>

<http://www.pref.ishikawa.jp/hakusan/now-photo/h18/h180917-20.htm>

http://www.g-hopper.ne.jp/free/fukuda/zukan-a/shirocho/za_monshirocho-32.htm

<http://www.h3.dion.ne.jp/~moth2001/4-72.html>

<http://www.mus-nh.city.osaka.jp/matsumoto/about/ichijitokouji.html>

http://search.yahoo.co.jp/search?p=%E5%AF%84%E7%94%9F%E8%9C%82&ei=UTF-8&fr=top_v2&x=wrt&meta=vc%3D

<http://cse.naro.affrc.go.jp/konishi/main.htm>

<http://www.agr.meijo-u.ac.jp/Agri/entomol/entomol.parasitic-wasps.html>

http://www.nogyo.tosa.net-kochi.gr.jp/kikan/kenkyu/se/home/soshiki/kontyu/tenntekishoukai/kontyu3_aphid.htm

以下省略