茶樹を加害するキクイムシ類 (Ambrosia Beetles) の二、三の生態、特に、根を加害するハンノキキクイムシ (Tea root borer, *Xyleborus germanus* BLANFORD) と枝を加害するシイノコキクムシ (Tea stem borer, *Xyleborus compactus* EICHHOFF) について *

農林省茶業試験場 金子 武・玉木佳男・高木一夫^{**}

Biological Observations on the Scolytid Ambrosia Beetles, Tea Root Borer, *Xyleborus germanus* BLANFORD and Tea Stem Borer *Xyleborus compactus* EICHHOFF

By Takeshi KANEKO, Yoshio TAMAKI, and Kazuo TAKAGI^{**}

ま え が き

近年、茶樹にキクイムシ類 (shot-hole borers or ambrosia beetles) による被害がふえてきた。中でも根を加害するハンノキキクイムシ (tea root borer, *Xyleborus germanus* BLANFORD) と枝を加害するシイノコキクイムシ (tea stem borer, *Xyleborus compactus* EICHHOFF) の被害がはなはだしく、その防除は緊急な問題となっている。

これらキクイムシ類はいずれも養菌昆虫で、ともに雌成虫が材中に穿孔し、トンネルの内壁に分泌接種したアンブロシア菌の孢子 (Ambrosia fungus spore) をそれぞれの幼虫が飼料として成長する。成虫は材を食害するが幼虫は材を食害しない。また、幼虫は親の接種したアンブロシア菌を食しても、別種の親が接種したアンブロシア菌は食べない。

幼虫がトンネルの内壁に接種された孢子を食って成長してから、そこに雑菌 (特にフザリウム菌) が附着し、トンネル内壁が腐敗し、黒変したために材が病変し、枝枯病などの原因となることが多い。特に、シイノコキクイムシによって起こる枝枯病の被害はじんだである。また根を加害するハンノキキクイムシの被害は、茶園の排水不良と併合して根の腐敗を起こす。また地上部にシイノコキクイムシ、地下部にハンノキキクイムシと2種の同時加害のケースも多くみられる。

研究を行なうに当たって、当场病理研究室の広川敢技官、高屋茂雄技官には絶大なる援助をいただいた、ここ

に厚く感謝の意を表する。

1. アンブロシア菌 (*Ambrosia fungus*) の

孢子形成と培地

ハンノキキクイムシやシイノコキクイムシのアンブロシア菌の孢子はいずれも白色で雪の結晶状で酵母に近似している。一方、トンネル内壁の組織中に繁殖する菌糸はそれぞれの種により、内壁組織の染まり方が異なる。すなわち、シイノコキクイムシのアンブロシア菌糸では材が褐色になり、ハンノキキクイムシのアンブロシア菌糸では緑色となる。また、セイロンの *X. fornicatus* のアンブロシア菌糸ではピンクに染まるとい¹⁾う。

人工培地でのアンブロシア菌は孢子形成がきわめて悪く、菌糸のみ盛んに繁殖する。しかし幼虫は孢子以外の菌糸でも活発に食べる。また、菌糸だけ繁殖した培地に雌成虫を放飼すると、はじめ菌糸を食べて穿孔し、その後トンネルに沿って孢子形成が盛んになる。これは雌成虫が分泌する唾液かなにかに含まれる物質がアンブロシア菌の孢子形成を促進するものと考えられる。

アンブロシア菌の試験管による寒地培養では、垂直平面培養が菌の繁殖がおう盛で、斜面培養では菌の繁殖が悪い。室内で菌の繁殖適温はハンノキキクイムシのアンブロシア菌で 23°C 内外、シイノコキクイムシのアンブロシア菌で 26°C 内外である。

人工培地でアンブロシア菌を増殖させるには新鮮な材を使った固形培地が最もよい。この培地では孢子形成も比較的よい (表 1, 2)。

* 茶業技術研究 No. 30, 59~65 (1965) より転載

** 現在農林省農薬検査所勤務

表 1 培地の組成と胞子形成 (A)
(オートクレーブ殺菌)

	1	2	3	4
	g	g	g	g
バレイシ	200	200	—	200
シ 糖	20	20	—	20
材 粉	—	—	—	20
生材水抽出*	—	—	100	—
ペプトン	—	20	—	—
寒 天	20	20	20	20
水	1000	1000	1000	1000

* 生材100g, 水 1000cc で 30 分煮沸

培地 No. 1 胞子形成不良, 菌糸のみ生育

" No. 2 胞子形成不良, 菌糸の生育おう盛

" No. 3 胞子, 菌糸ともに生育不良

" No. 4 胞子形成わずかに良好, 菌糸の生育
おう盛, 菌保存好適

No. 4 の培地がこの中で最もよい。

表 2 培地の組成と胞子形成 (B)
(コッホ殺菌)

	1	2	3	4	5	6	7
	g	g	g	g	g	g	g
小 麦 粉	30	—	30	—	—	—	—
可溶性デンプン	—	30	—	30	30	30	—
材 粉	20	20	—	—	—	30	—
生材摩砕粉	—	—	100	100	100	—	100
乾 燥 酵 母	10	10	10	10	20	20	—
シ 糖	2	2	—	—	5	2	—
寒 天	2	2	—	—	—	2	—
水	100	100	—	—	70	100	—

No. 5 培地が胞子形成良好

No. 3, 4 " 胞子形成比較的良好

No. 7 " 菌糸の生育おう盛, 胞子形成不良

No. 1, 2, 6 " 菌糸の生育良好, 胞子形成不良

新鮮な材を添加した培地がアンブロシア菌の増殖に
好適である。

2. キクイムシ類の飼育法

ハンノキクイムシを1世代を通じて飼育するには、三角フラスコによる飼育法がよい。材（直径1~1.5cmの根）を長さ3cm内外に切り、300cc三角フラスコに入れ、綿栓をしてオートクレーブで殺菌する。続いてハンノキクイムシのアンブロシア菌を接種し23℃内外で菌を繁殖させる。約10日たって、根片が菌糸で全面埋没するくらいまでに繁殖してから、雌成虫2~3頭を無殺菌で接種する。アンブロシア菌の菌糸が優勢なので1世代を終了しても、虫体に附着した雑菌の繁殖を抑制できる。接種後雌成虫はすぐに穿孔し、菌糸を食べながらア

ンブロシア菌の胞子形成をはじめる。10~12日たって産卵し、続いて幼虫がふ化し、アンブロシア菌の胞子や菌糸を食べはじめると、幼虫はトンネルの外部まで分散し、フラスコの外部からでも生育中の経過を十分に観察できる。この三角フラスコによる飼育法では、連続2世代の飼育も可能である。

別に、材（根）によるガラス容器での直接飼育もよいが、ガラス容器内での排出糞と材の水分のため材が腐敗し、ために1日1回は容器を清潔にしなければならない。

また、アンブロシア菌を培養した寒天培地で飼育する方法もあるが、これでは卵から幼虫期間までは培養の菌糸で十分育つが、さなぎから羽化までは培地の水分過剰による斃死個体が多く、成虫まで持続することは不可能である。

一方、シノコキクイムシの飼育は、ハンノキクイムシの飼育に比べて難しく、上述の三角フラスコによる飼育は今のところ不可能で、枝を使ったガラス容器での直接飼育法しかない。

3. ハンノキクイムシの経過習性

年2回の発生で、成虫態で根の中で集団で越冬する。

茶ではおもに根に穿孔するが、時により秋期枝に穿孔する場合もある。またクリやカキの幼木の幹に穿孔する個体が果して同種のものか分類の検討が必要と考える。

室内飼育による好適温度は21~23℃で、25℃を越えるとしだいに斃死個体がふえる。野外の地温上昇する盛夏には成虫は分散、穿孔後幼虫の生育はきわめて悪く、かろうじて雌成虫で越冬する。増殖期は5~6月と9月の2回である（表3）。

表 3 ハンノキクイムシのほ場経過

10月~5月	成虫越冬（群生） 1トンネル内に100頭内外群生越冬
5月	各個体分散、穿孔
5月~6月	第1世代増殖 6月中が増殖最盛期
7月	飛翔、分散、穿孔
7月~8月	成虫越冬
9月	第2世代増殖
10月~	成虫越冬 第2世代の増殖部位で集団越冬、分散せず。

5月に根の越冬部位からしだいに各個分散し、別の根に穿孔しアンブロシア菌を接種し産卵する。6月が第1世代増殖最盛期で生息密度は年間を通じ最高となる。7月下旬~8月下旬は地温上昇のため斃死個体がふえ、生息密度も低下し、雌成虫態で経過する。9月に入り、再び増殖するが、生息密度は第1世代に比べ低い。10月にはいると、第2世代で羽化した成虫は交尾後各個分散せ

ず、その部位で材を食しつつ、翌年5月まで越冬する。越冬部位は、根の中が空洞になり、数家族の成虫が材を食するためトンネルが併合し、100頭内外の集団を形成することが多い(表4)。

表 4 ハンノキクイムシの飼育経過

第1世代(6月)根による室温飼育

(産卵後の経過観察)

♀成虫穿孔後アンブrosia菌接種産卵まで	11~12日
卵 期 間	2~3日
幼 虫 期 間	8~9日
蛹 期 間	5~6日
交 尾, 脱 出	4~5日
♀成虫穿孔後次世代♀成虫脱出飛翔まで	30~35日

第2世代(9月)三角フラスコ内飼育

(21~23℃) 外部観察(連続2世代飼育)

♀成虫培地に接種後幼虫の出る時期	13~14日
" " 老熟幼虫 "	20~21日
" " 蛹 "	22~23日
" " 若成虫 "	30~31日
" " 若成虫出現期間	49日
" " 第2世代幼虫ふ化	57日

雌成虫は地下30cm内外の深さで、直径1~1.5cmの根に好んで穿孔する。トンネル内では同時に成虫、幼虫、さなぎ、若成虫が混棲する。交尾はトンネル内で行ない、雌成虫は交尾後トンネルから脱出し飛翔活動にはいる。飛翔距離は1m内外でかきよくまた短い。飛翔活動は毎日午後1~3時までの間で明るさに向って飛ぶ。雄はトンネルから脱出後間もなく斃死し、飛翔もせず、材に穿孔せず、生存期間も短い。雌雄性比は約10:1、雄は雌より体も小さく、发育期間も短く、成虫羽化脱出の初期に雄が多い。1頭の雌の産卵数は約30卵で、10卵ぐらいずつ1ヵ所にかためて、アンブrosia菌の上に産卵する。また1頭の雌成虫が根に穿孔後、侵入孔から排出する材粉は1日で最高1cmの長さになる。この材粉の色が穿孔初期から10日間ぐらいは材と同色で、幼虫がふ化しアンブrosia菌を食べ始めるとしだいに黒変し、材の外部からでも幼虫生育の大略が推定できる。

4. シノコクイムシの経過習性

年2回の発生で成虫態で枝の中で越冬する。7月~9月の夏に増殖し、7月下旬~8月下旬が第1世代の生育期で、8月下旬~9月下旬が第2世代の生育期で、その後雌成虫は枝に穿孔して越冬する。

セイロンで茶の枝に穿孔する *X. fornicatus* に生態が近似している。ハンノキクイムシ(体長2.0~2.3mm)に比べ体が小さく(体長1.5mm)、枝の穿孔部の周辺に

褐色の斑点を起こさせ、この斑点が原因となって枝枯症状を現わす。

茶園では樹冠面の直ぐ下の小枝(直径5~8mm)に好んで穿孔するが、穿孔部から上部の枝は枯死する。生息密度の高い時は小枝のみならず地ぎわ部の太い幹までも穿孔する。1本の分岐枝に100~150頭の雌成虫が穿孔すると、30日後に枝は落葉し枯死する。野外では2世代目に穿孔する8月下旬ごろに枝に附着する穿孔粉によって加害部を確認できるが、その時期以外では穿孔粉が消失し、その加害部の孔もふさがって、枝を折らなければ加害がわからなくなる。

シノコクイムシの室内飼育好適温度は25~27℃で、ハンノキクイムシのそれよりも高い。雌雄性比は約5:1でハンノキクイムシよりも雄の比率が高い。雌成虫が穿孔後、次世代の成虫が羽化脱出するまで25~27日でハンノキクイムシより生育期間が短い。1頭の雌成虫の産卵数は12~15卵である。

摘 要

1. ハンノキクイムシ *Xyleborus germanus* およびシノコクイムシ *X. compactus* の雌成虫が材のトンネル内壁に接種するアンブrosia菌を人工培養すると、大部分が菌糸のみ繁殖して、孢子形成はきわめて悪い。孢子形成には雌成虫が分泌する唾液かまたは他の液の含有物質が関係しているものと推定される。しかし、幼虫はアンブrosia菌の菌糸でもよく食べて生育する。現在、人工培養でアンブrosia菌を繁殖させるには、新鮮な材を培地とするのが最もよい。試験管培養では寒天直立培養が菌の繁殖がすぐれ、斜面培養では劣る。またハンノキクイムシのアンブrosia菌の室内での繁殖適温は23℃内外で、シノコクイムシのそれは26℃内外である。

2. ハンノキクイムシの1世代を通じての飼育法は、三角フラスコによる飼育法がよい。直径1~1.5cmの根を長さ3cm内外に切り、三角フラスコに入れ、綿栓をして、オートクレーブで殺菌する。続いてハンノキクイムシのアンブrosia菌を接種し、23℃内外で菌を繁殖させる。約10日後、根が菌糸で全面埋没するくらいまで繁殖してから、雌成虫を2~3頭無殺菌で接種する。アンブrosia菌の菌糸が優勢なので、1世代を終了してもなお虫体附着の雑菌の繁殖を抑制できる。フラスコの外部からでも生育中の経過を大略観察できる。現在連続2世代目の飼育を行なっている。一方、シノコクイムシの三角フラスコによる同様の飼育法を検討中であるが、この飼育はハンノキクイムシの飼育に比べ、材の新鮮度が重要のようであり、現在のところ不可能である。

3. ハンノキクイムシは年2回発生で、成虫態で根

の中で集団的越冬する。室内飼育での好適温度範囲は21~23°Cで、25°Cを越えると斃死個体がふえる。第1世代は5~6月、第2世代は9月で、7~8月は雌成虫で越冬する。夏の生息密度が最低となる。10月~5月の間根の中で数家族の雌成虫が集団で越冬する。

雌成虫は地下30cm内外の深さで、直径1~1.5cmの根に好んで穿孔する。1頭の雌の産卵数は約30卵で10卵くらいずつ1ヵ所にかためて産む。雌成虫が根に穿孔後次世代の成虫が出現する期間は30~49日である。

また、ハンノキキクイムシは時々根以外に枝に穿孔することがあり、秋10月に観察される。

4. シイノキキクイムシは年2回の発生で成虫態で枝の中で越冬する。第1世代は7月~8月、第2世代は8月~9月、枝の穿孔部の周辺に褐色の斑点ができ、これが枝枯症状を現わす。

樹冠面下の直径5~8mmの小枝に好んで穿孔するが、生息密度の高い時は小枝のみならず地ぎわ部の幹にまで穿孔する。室内飼育の好適温度範囲は25~27°Cで、雌成虫が穿孔後次世代の成虫が始めて出現する期間は、25~27日である。1頭の雌成虫の産卵数は12~15卵である。

参 考 文 献

- 1) FERNANDO, E.F.W. : *Tea Quart.*, **34**, 38~41, (1963).
- 2) CRANHAM, J. E. : *Tea Quart.*, **34**, 127~143, (1963).
- 3) 村山醸造 : 植物防疫, **17**, 341~345 (1963).

Summary

1. Artificial culture of the ambrosia fungi.

Xyleborus germanus and *X. compactus* fungi develop mycellia very actively but produce spore very poorly in artificial culture media, in which fresh wood containing medium proved better. However, when the female beetles bore into the artificial media with ambrosia fungi, the spore formation is observed along the way of galleries, it is, therefore, clearly suggested that the spore formation is promoted by the component of saliva or unknown secreted substances of the beetles. The larvae feed on mycellium as well as spore.

With potato agar media in a test tube, the fungi grow better in plate culture than in slant culture. The optimum temperatures of the

fungi development are about 23°C. in *X. germanus* and about 26°C. in *X. compactus*.

2. Artificial rearing of ambrosia beetles.

X. germanus can be reared in the artificial culture throughout whole generation of the beetles.

Fresh tea roots (1~1.5 cm. in diameter) are cut 2~3 cm. in length and about 100 g. of the material are put in 300 ml. Erlenmyer flasks, the flasks are stoppered with cotton plugs and are steam-sterilized in an autoclave. After sterilization, pieces of isolated fungi are inoculated aseptically into the flask and incubated at 23°C. for about 10 days.

When the mycellium of fungus covers the culture medium, 2~3 adult female beetles are introduced into the flask without sterilization. In the flask, ambrosia fungus grows vigorously and can suppress the development of all extraneous fungi, so that the beetles can be reared throughout 1~2 generations in the laboratory.

The female beetles immediately make new galleries and the spore of fungus is formed in the root. Ten or twelve days after invasion, eggs are laid and 2~3 days thereafter larvae are hatched out. The development of the beetles can be observed from outside of the flask.

X. compactus can not be reared similarly to *X. germanus* as described above.

3. Biological observation of *Xyleborus germanus*.

In neighbouring Makinohara tea plantation (200 m. high above the sea level), *X. germanus* occurs 2 times a year and overwinters in roots forming colony of several broods at adult female stage.

The optimum temperature range of rearing is 21~23°C. and over 25°C. a majority of beetles is dead in the laboratory culture.

The first generation period occurs from June to July and the population increases at maximum rate. The second generation period occurs in

September, from July to August the beetles spend in adult female stage and the population is lowest throughout the year.

The adult female beetles prefer to bore into tea roots (1~1.5 cm. in diameter) at about 30 cm. depth under ground and sometimes into tea twigs.

A female lays about 30 eggs, at one time 10 eggs on the wall of ambrosia fungus. It takes 30~49 days at the controlled temperature of 23°C. from the entry of a female to the emergence of the successive adult female.

4. Biological observation of *Xyleborus compactus*.

X. compactus occurs 2 times a year and overwinters in twigs at adult female stage.

The first generation occurs from July to August and the second from August to September.

Surroundings of attacked parts in living stems become brownish discolored and cause "die-back".

The female beetles prefer to bore into slender branches (5~8 mm. in diameter) under the bush surface, but in a high population, they bore into big trunks contacted on the ground level.

The optimum temperature range of rearing in the laboratory is 25~27°C.

A female lays 12~15 eggs in a gallery and it takes 25~27 days from the entry of a female to the emergence of the successive adult female.

(Nov., 18, 1964)

ハンノキクイムシのアンブrosシア菌 (×400)

ハンノキクイムシのトンネル中の卵 (×13)

ハンノキクイムシの卵と初期幼虫 (×13)

ハンノキクイムシの幼虫 (×13)

ハンノキクイムシのさなぎ (♀, ♂) (×13)

ハンノキクイムシの♀成虫 (×40)

ハンノキクイムシの加害根 (×13)

シイノコクイムシの幼虫 (×13)

シイノコクイムシの卵と成虫 (×13)

シイノコクイムシの加害枝 (×1)
(穿孔粉がみえる)

シイノコクイムシの加害枝 (×1)
(加害部位の周囲に病斑症状が現われる)