

# 研 究 報 告

No.48

平成17年度

(2005年)

沖縄県森林資源研究センター

〒905-0017 沖縄県名護市大中4丁目20番1号

TEL. 0980-52-2091

FAX. 0980-53-3305

## 目 次

### 研究報告

マツノマダラカミキリの天敵クロサワオオホソカタムシに関する研究……………1

喜友名 朝 次  
伊 禮 英 毅

マツノザイセンチュウによるリュウキュウマツ被害材の材質劣化……………9

嘉手苺 幸 男

ヤエヤマアオキ *Morinda citrifolia* の三要素試験 ……………17

中 平 康 子

山菜としてのゴウシュウタニワタリの林間栽培について……………22

宮 城 健  
喜友名 朝 次  
伊 禮 英 毅  
比 嘉 政 隆

### 資 料

北大東島におけるテリハボク幼齢林の生育状況について……………29

金 城 勝  
宮 城 健  
比 嘉 政 隆

豚人工胃液および牛ルーメン液に対するマツノザイセンチュウの動態……………33

伊 禮 英 毅  
喜友名 朝 次  
鈴 木 直 人

# 研 究 報 告

# マツノマダラカミキリの天敵クロサワオオホソカタムシに関する研究

喜友名 朝次・伊禮 英毅

## 1. はじめに

天敵を利用した松くい虫防除技術は、薬剤防除が実施できない森林内や作業が困難な山岳地帯を補完防除する新技術として期待されている。松くい虫の天敵については国内でサビマダラオオホソカタムシの報告があり<sup>2, 9, 10)</sup>、放飼試験も行われている<sup>4, 6, 7)</sup>。

沖縄に生息する松くい虫の天敵については、2003年からの調査で、沖縄に生息する12種の天敵候補の中から、増殖率や人工増殖の可能性が高いクロサワオオホソカタムシが最も有望な種として絞り込んだ。

このため、クロサワオオホソカタムシの生態等を明らかにするめ、2004年から飼育・調査を行った。

今回、その結果をまとめたので報告する。

## 2. 材料と方法

### 1) 形態

捕獲した成虫および蛹（繭）、幼虫の形態調査のため実態顕微鏡下で観察し、体サイズを電子ノギスにより測定した。

### 2) 分布

2003年7月から2004年2月に大宜味村、名護市、石川市、沖縄市で80本、2004年7月から11月に大宜味村、名護市、沖縄市で10本、2005年8月から11月に大宜味村、本部町、名護市で14本の被害マツ合計104本を伐倒割材し、クロサワオオホソカタムシの捕獲調査を実施した（図-1）。

### 3) 発生消長

クロサワオオホソカタムシは、外灯光に誘引される事が観察されたことから<sup>1)</sup>、2004年10月から2005年9月まで、光に集まるクロサ

ワオオホソカタムシの捕獲数を調査した。捕獲方法は、名護市大中の林業試験場内の水銀灯（MERCURY LANP HF1000X 185×280のラグビーボール型）に集まる個体を捕獲する他にライトトラップ（写真-1）を名護市源河2ヶ所、大宜味村江洲2ヶ所、恩納村1ヶ所、石川市1ヶ所の計6ヶ所に設置して週に1回採集した。

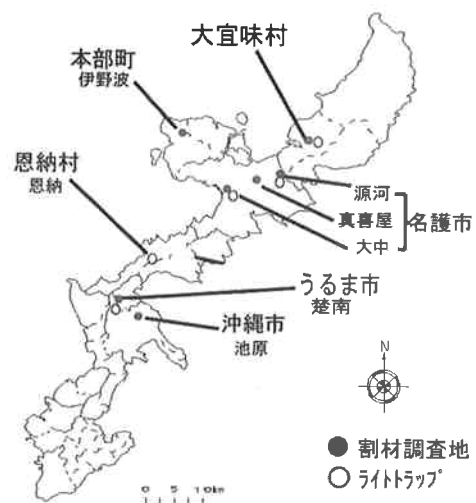


図-1 調査地地図

### 4) 室内飼育における生態調査

2004年9月に幼虫および繭を採集以来2006年まで飼育した。飼育容器に小型のプラスチック容器（70mm×140mm×55mm）を使用し、容器底にろ紙（直径90mm）を敷いた（写真-2）。容器蓋の中央を正方形に切り取り、0.1mm目の布で覆って空気穴にした。直径15mm長さ100mmのリュウキュウマツの枝を電動ドリルで直径9mmの穴を筒状にくりぬき、成虫の寝床として設置した。

成虫10頭当たり5mm角の人工飼料の塊りを2個、週に2回与え、脱脂綿に水を含ま



写真-1 ライトトラップ

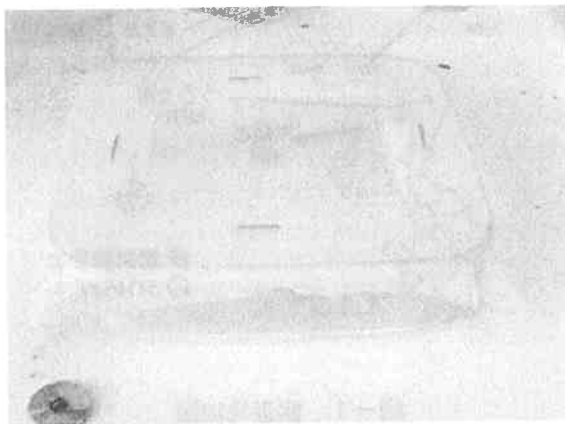


写真-2 飼育容器



写真-3 寝床に使用したマツの枝

セシャーレ内に置き毎日補給した。

また、食性調査のため枯死したリュウキュウマツ内に生息していた生きた穿孔幼虫および殺して乾燥させた穿孔幼虫を餌として供給し採餌調査を行った。さらに、一部の成虫に餌としてソーセージ、削り節を与え、餌としての可否を調査した。

さらに、2006年に日周活動の調査を行った。リュウキュウマツの材片と餌、水を含ませたスポンジを入れた大型シャーレにクロサワオオホソカタムシの成虫を30頭入れ、室内で30分毎に24時間、歩行と摂食・吸水、静止の状態の個体数を数えた。静止個体は、餌場と水場以外の場所で5分以上動かない個体とした。

### 3 結果と考察

#### 1) 形態

##### (1) 成虫

体長は、平均6.1mm（最大7.7mm、最小4.2mm n=50）であった。背面には、黄褐色および黒褐色の鱗毛を装い、全体の色は、褐色または黒褐色である。後縁の両側はやや湾入し、後角は後方へやや突出する。上翅は黒と黄褐色の鱗毛からなる縦条をそなえ、後角付近では、鱗毛がより密となり盛上っている。

古い個体では体表の鱗毛が落ち、全体的に黒く変わっていることもある（写真-4）。

##### (2) 蛹

クロサワオオホソカタムシは、前蛹期になると繭を形成し、その中で蛹となる。色は、乳白色であるが、羽化前になると体色が褐色となり、複眼が黒く変化する。繭は楕円形で、長径平均8.3mmであった。色は白色であるが、茶褐色となることもある。繭を形成しないで蛹になる個体もあり、これらは比較的小さな個体が多く、完全に成虫になる事が少なく、成虫になっても羽が変形している奇形個体が観察された（写真-5、写真-6）。

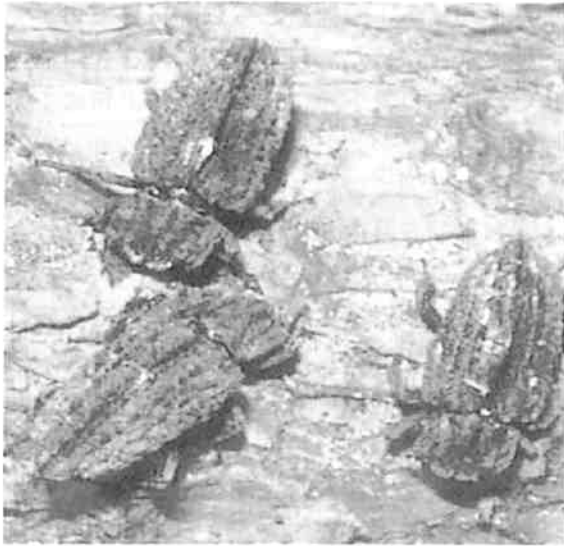


写真-4 クロサワオオホソカタムシの成虫



写真-6 繭の中の蛹

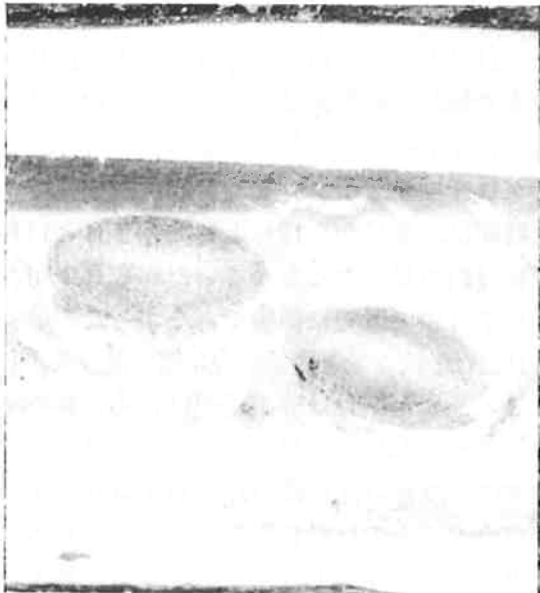


写真-5 クロサワオオホソカタムシの繭

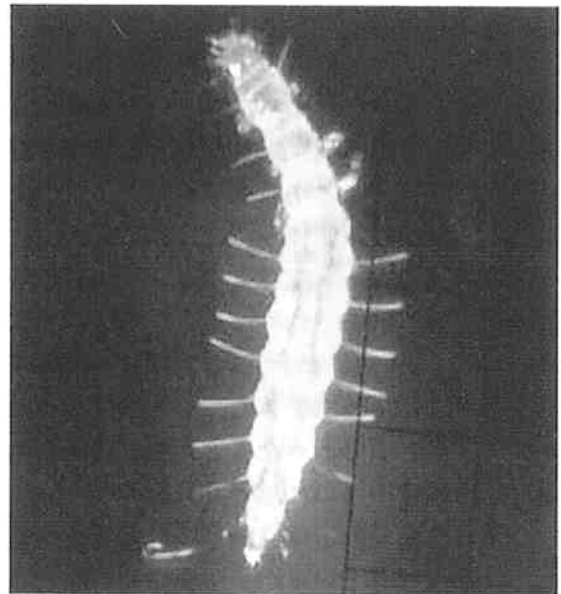


写真-7 孵化直後の幼虫

### (3) 幼虫

色は、乳白色で 環節、胸部3 環節にはそれぞれ脚がある。孵化直後体長は、0.7mm前後で細長く寄生生活を始めるまでは活発に活動する(写真-7)。寄生後は、蛆虫状となり、脚は退化しているがシャーレの中を体をくねらせて徘徊する(写真-8)。

### 2) 伐倒割材による分布調査

割材調査した枯死マツは、平均樹高が9.1m、最大17m、最小4mで、合計104本であっ

た。割材調査の結果からクロサワオオホソカタムシが確認されたのは幼虫7頭、蛹3頭、成虫1頭、成虫の死骸3頭の計14頭であった。

地域別には、大宜味村江洲(2003年12月)で営繭した蛹1頭、名護市大中(2003年7月)の成虫の死骸3頭、名護市源河で2004年10月に幼虫1頭、2005年9月に幼虫6頭、うるま市楚南で2004年11月に営繭した蛹2頭、名護市真喜屋で2005年2月に捕獲した成虫1頭であった。幼虫と蛹は名護市真喜屋の成虫を除きマダラカミキリ蛹室内で見つかり、名護市



写真一 8 熟齡幼虫

真喜屋の成虫は、被害マツ樹皮下のカミキリ幼虫の穿入孔から発見した。また、名護市大中における蛹室内の成虫の死骸は、体表に鱗毛が残っていたことから、昨年寄生し何らかの原因で死亡した個体と考えられた。

伐倒割材できる調査対象木は、路網に近く平坦な場所に制限されるため、地域を綿密に調査することは出来なかったものの、104本の枯死マツから確認できたクロサワオオホソカタムシが14頭であったことから、野外における個体数は少ないと思われた。

今回の調査で分布域は沖縄本島北部、中部までは確認できているが、東ら(1996)によると、クロサワオオホソカタムシの分布は、与那国島、波照間島、西表島、石垣島、沖縄島、久米島、トカラ中之島の南西諸島で生息が確認されている。このことから今後は、本島内の継続した調査や確認されていない離島における分布域調査も必要である。

### 3) 発消生長

ライトトラップで捕獲できたのは、6ヶ所のうち名護市源河、大宜味村江洲の2ヶ所で、それ以外の4ヶ所の設置場所では捕獲できなかった。名護市源河で3月18日に1頭捕獲してから4月下旬までの旬毎の獲数は1~2頭であった。その後5月中旬と下旬、6月中旬、

7月上旬に各1頭捕獲して以降11月上旬まで捕獲できなかった。11月中旬に再び6頭捕獲してから、11月下旬に3頭、12月上旬に1頭捕獲した。12月中旬以降は捕獲できなかった。大宜味村江洲では、4月上旬に2頭、下旬に1頭および5月中旬に1頭捕獲できただけであった。(図-2)

名護市大中にある林業試験場場内の水銀灯へ集まる成虫は、5月上旬(1旬10日間)と11月上旬の各14頭であった。3月17日に1頭捕獲してから徐々に増加し、5月上旬に14頭となった。その後6月上旬まで微減し、中旬には捕獲できなくなった。6月下旬から7月上旬の20日間に計7頭捕獲できたが、7月中旬、下旬は捕獲できなかった。8月上旬から再び発生し、10月下旬まで1~8頭で推移した。11月上旬には14頭と急激に増え、11月下旬まで旬毎の捕獲数は2頭に減り、12月は捕獲できなかった。

クロサワオオホソカタムシ成虫が捕獲できた期間は、3月から12月上旬で、5月と11月が捕獲数のピークとなっていた。6月下旬および7月中・下旬に捕獲できなかったのは、6月には曇天が続き降雨量が年間で最も多かったこと、また7月は降雨量がほとんど無く平均気温が29℃以上(最低気温26℃、最高気温33.8℃)の暑い日が続いたためクロサワオオホソカタムシの活動に影響したと思われる。成虫が外灯の周辺やライトトラップに集まる日は晴天が多く、さらに前日が雨天である場合が多かった。

12月中旬から翌年の3月上旬までは誘引されなかったことから気温の低い時期には活動せず、温暖な時期に活動する昆虫であると思われる。

誘引には光の強さも影響すると思われ、水銀灯の強い光に比べ、ライトトラップの発光ダイオード(LED)の光は弱く捕獲できる頭数に差が生じた。

### 4) 生態調査

#### (1) 成虫の食性

成虫は生きたマダラカミキリ、マツノシラ

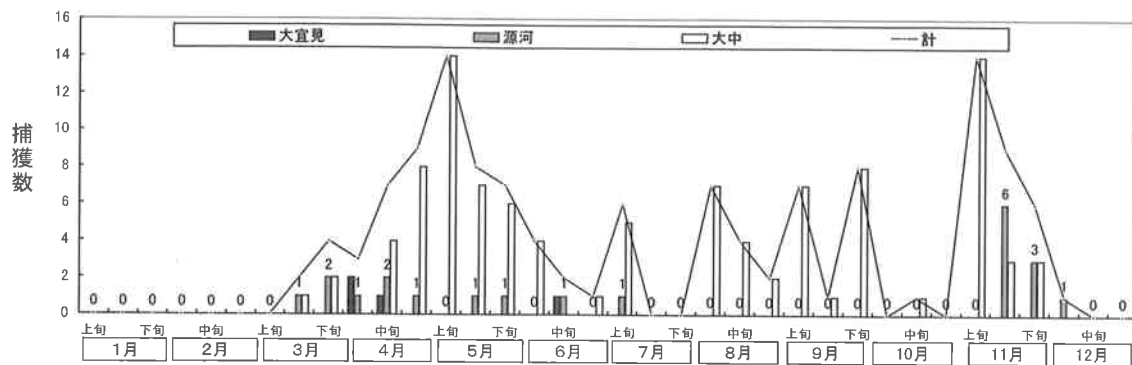


図-2 クロサワオオホソカタムシの発生消長

ホシゾウムシ、オオゾウムシの幼虫を捕食することはなかったが、針で刺殺した後、乾燥させた穿孔幼虫を好んで食べた（写真-9）。

また、寝床として設置した枯死リュウキュウマツの樹皮をかじるのが観察され、1日で多くの食痕を残した。

シャーレ内に削り節やソーセージを設置したが摂食した痕跡は観察できず、夜間観察でも、これらに群がる様子はなかった。

### (2) 幼虫の食性

室内飼育の観察から孵化直後の幼虫は活発に動き広く移動することが分かった。寄生の

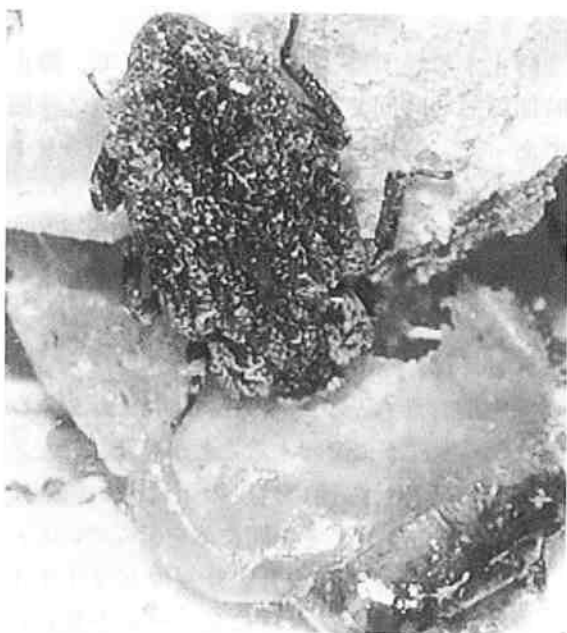


写真-9 死んで乾燥したマツノマダラカミキリ幼虫を採餌する成虫

状態は、寄主の関節部分へ頭部を埋めた状態で発見するケースが多く、アゴで寄主の皮膚を噛んだと思われる部分は、黒く円形の痕跡を残している。クロサワオオホソカタムシの野外の寄主はマダラカミキリ幼虫のみ確認しているが、室内で増殖する際、ハチノスツヅリガ (*Galleria mellonella*) でも寄生が可能であった。寄主の内容物を摂食した幼虫は熟齢期に、うじ虫状に肥大している。孵化直後の幼虫と比べ脚が痕跡程度であり、移動する際は体全体を使って徘徊するが、動きは鈍化している。

クロサワオオホソカタムシ幼虫が、積極的にマダラカミキリ幼虫へ寄生する選好性があるのか、あるいは多食性であらゆる昆虫へ影響を与えるかは、今後の調査で明らかにする必要がある。

野外で蛹室内のマツノマダラカミキリ幼虫に寄生するクロサワオオホソカタムシ幼虫を9月と10月の2例、確認しており、それらは、採取した翌日から3日以内に営繭することが観察された。近縁種であるサビマダラオオホソカタムシの卵から営繭までの日数は7月上旬で16日間であり<sup>3)</sup>、かなりおおざっぱな推測ではあるが、野外におけるクロサワオオホソカタムシの産卵時期も同時期だと推測される。冬季の活動が観察できないことから、寄主であるマツノマダラカミキリを摂食した後、蛹や成虫のステージで樹体内で過ごし越冬すると推測される。



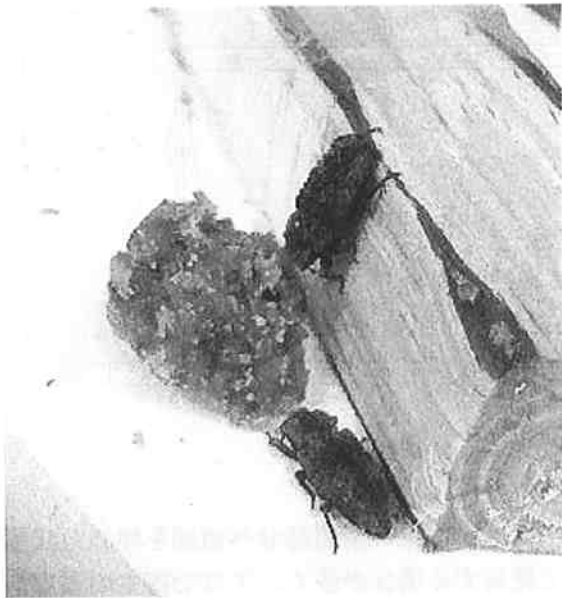


写真-10 人工飼料を食べる成虫

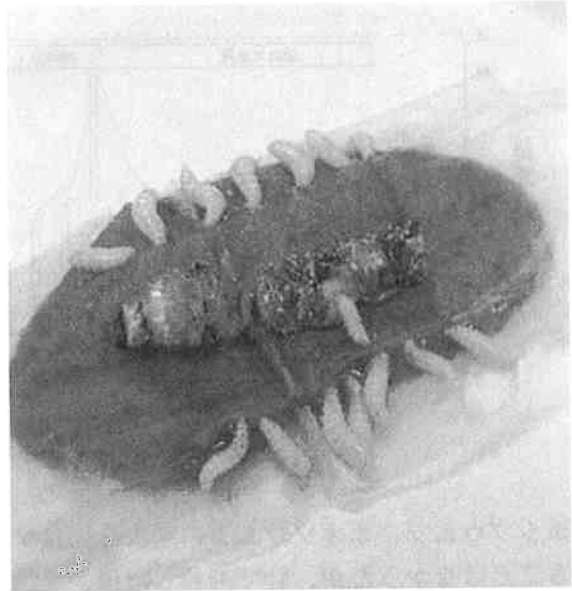


写真-11 人工飼料を食べる幼虫

### (3) 人工飼料による飼育

#### a 成虫

近縁種サビマダラオオホソカタムシの人工飼料については、酵母抽出物等を組成とする製造法が開発されている。<sup>8)</sup> 同じ方法により作成した人工飼料をクロサワオオホソカタムシに与えたところ、採餌する場面を確認できた(写真-10)。

#### b 幼虫

孵化直後の幼虫は直ぐに人工飼料を採餌することはなく、生餌へ寄生し肥大成長した後に、人工飼料を摂食した(写真-11)。

増殖率を下げずに低コストで製造できる人工飼料の開発・改善は、天敵を大量増殖するのに重要な課題の一つである。

### (4) 日周活動

成虫は、日没と同時に材片下から出て活発に活動するが、全ての個体が一斉に材片から出てくるのではなく、容器内を歩行した後、材片下に隠れる個体もあり、観察できない個体は、材片下に見られた。歩行する個体数が多かった時間帯は21時と23時で、23時以降から歩行個体は減少し、午前7時30分には材片下に入っていった。

採餌する個体は歩行する個体とほぼ同時に観察された。人工飼料に集まる成虫は、別個

体が入れ替わりながら2頭から9頭と変動した。日の出の近い5時30分から採餌場にいる個体は4頭となったが、これらの個体は翌日の日中になっても採餌場に残り静止した状態であった。

静止する個体は深夜0時から午前5時30分の間で観察された。静止する場所は、材片上やろ紙上で、静止時間は短い時間で15分、長いもので約2時間であった。静止した状態の固体へマウントする固体も観察された(図-3)。

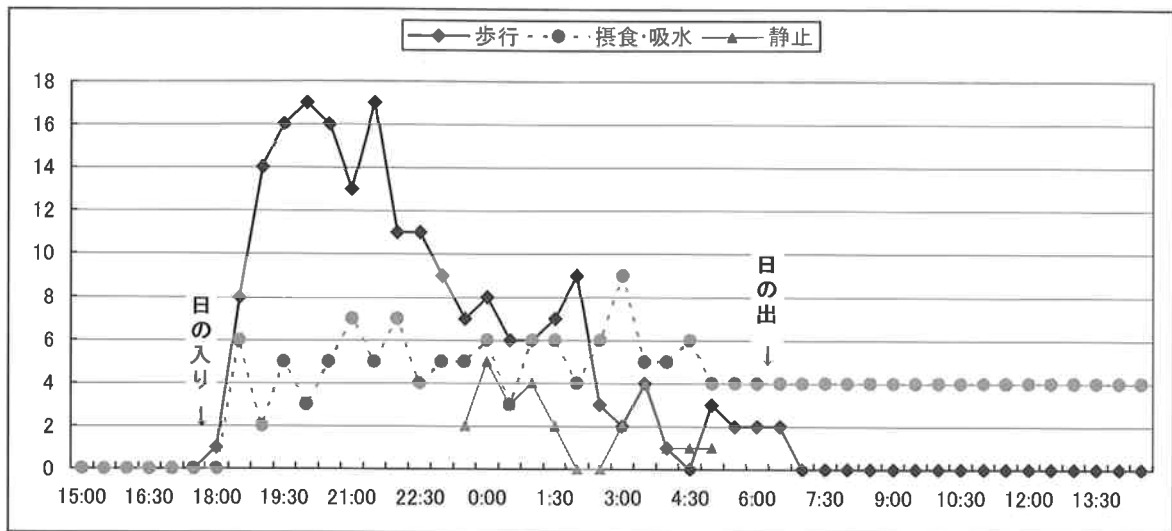
静止する場所は、材片上やろ紙上で、静止時間は短い時間で15分、長いもので約2時間であった。静止した状態の個体へマウントする個体も観察された(図-3)。

クロサワオオホソカタムシは、日没とともに活動が活発となり、日の出には鈍化した。

### (5) 産卵

室内飼育から、クロサワオオホソカタムシはマツの樹皮下に産卵することが確認された。松の樹皮は鱗状の固い外皮の下に薄い膜が幾層も重なっており、その間に卵を産んでいる。

人工的に採卵する場合、サビマダラオオホソカタムシではヒノキ材にビニールを帯状に巻いた産卵材を使用しており、ビニールと材片の隙間へ産卵管を伸ばし卵を産む<sup>3)</sup>。



図一三 クロサワオオホソカタムシ成虫の日周活動

同様な方法で作成した産卵材をクロサワオオホソカタムシのシャーレ内にも設置したところ28日目に卵を確認できた（写真-12）。

しかし、成虫が産卵する場所はビニールの際間よりも材片と濾紙の隙間に産卵することが多かった。

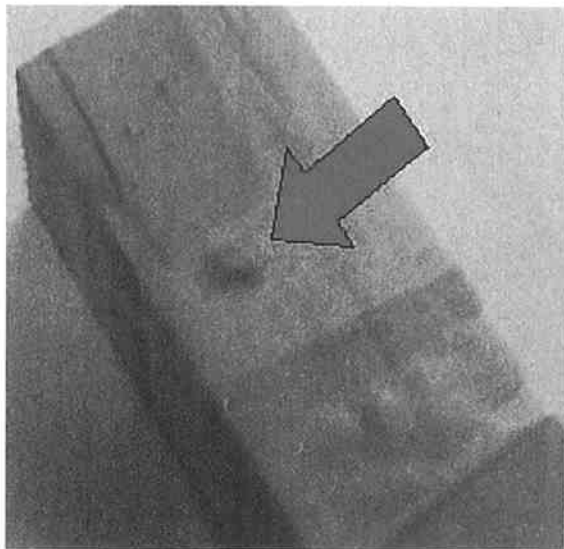


写真-12 材に産み付けられた卵

#### 4 まとめ

野外調査と室内飼育における生態観察から次のことが分かった。

①クロサワオオホソカタムシは野外において極めて希に捕獲できる。

②調査できた範囲から推測すると、沖縄本島には北部地域と中部地域に広く分布していると思われる。

③発生期間は、3月中旬から12月上旬までで、夜間に活動し、飛翔する。

④成虫は、野外で昆虫の死骸などを補食していると思われる、幼虫は枯死したリュウキュウマツのマツノマダラカミキリに寄生して育つ。

⑤9月から10月に寄生する幼虫が観察されることから、産卵時期もこれに類似していると思われる。

⑥近縁種であるサビマダラオオホソカタムシの人工飼料及び飼育方法で人工増殖が可能である。

今後は、大量増殖技術の改善を図り、分布調査を沖縄本島全域また、各離島に拡大し、クロサワオオホソカタムシのさらなる生態調査を継続する必要がある。

## 引用文献

- 1) 東清二ら:沖縄昆虫野外観察図鑑第6巻 p137,沖縄出版,1996
- 2) 井上悦甫 (1991) マツノマダラカミキリの天敵サビマダラオオホソカタムシに関する研究,岡山県林試研究報告10:40~47.
- 3) 石井哲 (2003) マツ林の保全に関する総合研究—マツノマダラカミキリの天敵昆虫サビマダラオオホソカタムシの活用—岡山林試研究報告19:17~33
- 4) 石井哲 (2004) サビマダラオオホソカタムシ成虫および卵のアカマツ野外枯死木への放飼試験,岡山県林試研報20:19~31.
- 5) 浦野忠久 (2000a) マツノマダラカミキリの捕食寄生者サビマダラオオホソカタムシの野外における寄生状況,第11回林学術講:351.
- 6) 浦野忠久 (2000b) サビマダラオオホソカタムシのマツノマダラカミキリ穿入丸太に対する室内放飼試験,51日本林関西支要旨集:82.
- 7) 浦野忠久 (2001) サビマダラオオホソカタムシのマツノマダラカミキリへの産卵木への野外放飼試験,52日本林関西支要旨集:91.
- 8) 小倉信夫ら (2000b) サビマダラオオホソカタムシの人工飼料による飼育法の改良,第111回日林学術講:352.
- 9) 岡本安順 (1999) マツノマダラカミキリの天敵昆虫サビマダラオオホソカタムシの寄生状況と生態調査,森林応用研究,8:229~232.
- 10) 竹常明仁 (1982) マツノマダラカミキリの天敵サビマダラオオホソカタムシ,森林防疫31:228~230.

# マツノザイセンチュウによる リュウキュウマツ被害材の材質劣化

嘉手苺 幸男

## 1. はじめに

沖縄県下のマツノザイセンチュウによるリュウキュウマツの被害は甚大で、平成17年度は40,914m<sup>3</sup><sup>1)</sup>に達している。松くい虫防除方法としては、松枯れを防ぐために地上薬剤散布や樹幹注入が実施される。すでに枯死した松の処分方法としては伐倒後に焼却、くん蒸、破碎が行われている。しかしながら、これら大量に発生する被害材を資源として活用していく利用開発研究は、ほとんど行われていないのが現状である。

アカマツの被害材における各種強度面での材質劣化については、富田ら<sup>2)</sup>、宗形ら<sup>3)</sup>の研究で、枯死後6ヶ月程度までは大きな材質劣化は認められないと報告されている。また、岡部ら<sup>4)</sup>の研究で、枯死後2ヶ月までは強度面での有意な材質劣化は認められないと報告されている。

各種ボードの製造やパルプ原料としての利用については、森林総合研究所で研究が行われ<sup>5, 6)</sup>、パーティクルボードやハードボードは枯死後1年経過材まで、パルプ原料としては枯死後6ヶ月程度までは、健全木と比較して差が認められないと報告されている。

しかし、琉球列島の固有種であるリュウキュウマツの被害材における材質劣化に関する知見は現在にいたるまで報告されていない。

そこで、本研究では、松くい虫被害材を資源として有効利用を図ることを目的とし、マツノザイセンチュウによる被害を受けたリュウキュウマツ材を用いて、材質劣化の経時的変化とともに青変菌汚染及び板材の穿孔被害について検討した。

この研究は、沖縄特別振興対策調整費リュウキュウマツ被害材有効活用促進事業の一環として行われたものである。

なお、この研究にあたり現地及び被害材調

査にご協力いただいた林業試験場中平康子、農林水産部森林緑地課豊川智恵子、金城利治、(株)トロピカルテクノセンター林千緒、知念正和に深謝します。

## 2. 材料及び試験方法

### 1) 供試材

供試材は、国頭村佐手(県営林61林班)の約30年生リュウキュウマツ天然下種更新林、名護市源河(県営林68林班)の約25年生リュウキュウマツ天然下種更新林を調査対象とした。本調査における枯死とは、針葉に変色(黄変・赤変)が確認できた時点とした。

平成17年7月より枯死時期別(枯死後1、2、3、4、5、6、8ヶ月)に各々10~14本伐採し、材長約2.0mで玉切りを行い供試原木とした。伐採後直ちに国頭村森林組合に搬入し材厚30mmの耳付き材に製材し、同組合のIF型人工乾燥機を用いて含水率10%を目標に人工乾燥処理を行った。人工乾燥処理後に各種強度試験片及び接着試験片を作製し試験に供した。健全材の試験片は同組合の加工用板材から作製した。

### 2) 密度試験

密度試験は、人工乾燥処理を行った含水率10%前後の各枯死時期別の浸せきはく離試験材の一部を用いて、辺長20mm、高さ40mmの試験片を100個作製した。次に試験片の質量と質量測定時の試験片の体積を計測し、JIS Z 2101(1994)「木材の試験方法(1)密度の測定」に準拠し、密度を算出した。

### 3) 曲げ強度試験

曲げ強度試験は、JIS Z 2101(1994)「木材の試験方法(7)曲げ試験」に準拠した。人工乾燥処理を行った各枯死時期別材から長

さ320mm、幅20mm、高さ20mmの無欠点試験片を40個作製し試験に供した。曲げスパンは280mmに設定し、木材強度試験機（森試験機製、10ton/f）を用いて中央集中荷重とした。平均荷重速度は、毎分14.7N/mm<sup>2</sup>以下とし、中央部にデジタルゲージを取り付け変形量を測定し、曲げ強さと曲げヤング係数を求めた。

#### 4) 縦圧縮強度試験

縦圧縮強度試験は、JIS Z 2101(1994)「木材の試験方法（5）圧縮試験」に準拠した。人工乾燥処理を行った各枯死時期別材から、荷重方向と繊維方向が平行で圧縮断面が正方形の直六面体として、材辺長20mm、高さ50mmの無欠点試験片を40個作製し試験に供した。平均荷重速度は、毎分9.80N/mm<sup>2</sup>以下とし、縦圧縮強さを求めた。

#### 5) ブロックせん断試験

ブロックせん断試験は、JIS Z 2101(1994)「木材の試験方法（8）せん断試験」に準拠した。人工乾燥処理を行った各枯死時期別材から板目・柃目木取り無垢材ブロックせん断試験片を各々40個作製し試験に供した。平均荷重速度は、毎分5.88N/mm<sup>2</sup>以下とし、せん断強さを求めた。

#### 6) 接着ブロックせん断試験

接着ブロックせん断試験は、集成材の日本農林規格（改8.1）の別記、試験の方法（ブロックせん断試験）に準拠した。試験片の作製には人工乾燥処理を行った各枯死時期別材から長さ300mm、幅100mm、厚さ10mmのラミナを用いた。接着剤には市販の速乾性ポリ酢酸ビニル樹脂エマルジョン接着剤（以降PVAc）を使用した。接着剤の塗布量は250g/m<sup>2</sup>とし、ハンドローラを用いて均一に丁寧に塗布した。圧縮には油圧プレスを用い、圧縮圧力は10kgf/cm<sup>2</sup>とした。圧縮温度は25℃、圧縮時間は60分とし板目・柃目接着になるようラミナ2枚を接着し2プライの接着板材を作製した。1週間の養生後に接着ブロックせん断試験片を各々40個作製し試験に供した。平均荷重速

度は、毎分5.88N/mm<sup>2</sup>以下とし、接着せん断強さを求めた。

#### 7) 浸せきはく離試験

浸せきはく離試験は、集成材の日本農林規格（改8.1）の別記、試験の方法（浸せきはく離試験）に準拠した。試験片の作製には人工乾燥処理を行った各枯死時期別材から長さ300mm、幅100mm、厚さ20mmのラミナを用いて各々板目・柃目接着になるよう接着処理し4プライの接着板材を作製した。接着剤には市販のPVAcを用いた。PVAcは市販の状態で使用し、接着剤の塗布量及び塗布操作は、接着ブロックせん断試験と同様な操作を行った。長さ80mm、幅40mm、厚さ75mmの浸せきはく離試験片を各々12個作製し1週間の養生後に試験に供した。耐水接着性能は、JAS規格に基づいた造作用集成材の浸せきはく離試験により評価した。

#### 8) 耐蟻性試験

イエシロアリを用いた小ブロック試験は（社）日本木材保存協会の試験方法に準拠した。各枯死時期別材から長さ20mm、幅10mm、厚さ10mmの直方体試験片を5個作製し、恒温乾燥機を用いて60±2℃で48時間乾燥し試験前の恒量を求めた。シロアリ飼育容器はシャーレ（直径9cm、高さ2cm）の中に塩化ビニール製円筒（直径8cm、長さ6cm）を縦に組み合わせたものを用い、飼育容器に川砂約100gを入れ川砂が湿る程度の蒸留水約10mlを加えスライドガラスを川砂の上に置きその上に試験片を設置した。そこに、イエシロアリ（*Coptotermes formosanus* Shiraki）職蟻150頭、兵蟻15頭を投入し25～28℃に調節した恒温器で21日間飼育して、試験終了後、試験片を取り出し約20時間風乾処理後に60±2℃で48時間乾燥し、試験後の恒量を求め試験片の質量減少率を算出した。

#### 9) 青変汚染及び穿孔被害

青変菌による汚染は、枯死時期別の伐倒根における木口断面での青変汚染の有無を目視

により評価した。

穿孔被害状況は、人工乾燥処理を行った含水率10%前後の各枯死時期別の浸せき用はく離試験材40枚について、材面における穿孔の有無を目視により評価した。

### 3. 結果及び考察

#### 1) 密度試験

健全材及び各枯死時期別の密度を表-1に示した。健全材の平均密度は0.71を示し、健全材に対する各枯死時期別の平均密度は枯死後1ヶ月材で100%、2ヶ月材99%、3ヶ月材で97%、4ヶ月100%、5ヶ月材96%、6ヶ月材91%、8ヶ月材93%の比率を示した。枯死後6ヶ月材以降の試験片では、密度の低下傾向が見られ、腐朽による質量の減少が影響を与えていると考えられた。

各供試材について多重比較検定を用いて統計処理を行った結果<sup>7)</sup>、健全材と比較して6、8ヶ月材の間に1%水準で有意な低下が認められた。

#### 2) 曲げ強度試験

健全材及び各枯死時期別の曲げ強さの結果を図-1に示した。健全材の平均曲げ強度は

113.9MPaを示した。仲宗根・小田らの報告による平均強度値<sup>8)</sup>(91.8MPa)に対して24%の比率を示している。健全材に対する各枯死次期別の強度は枯死後1ヶ月材87%、2ヶ月材91%、3ヶ月材で86%、4ヶ月92%、5ヶ月材89%の比率を示し、1ヶ月材以降は増減しながら曲げ強度が推移した。これに対して6ヶ月材では68%、8ヶ月材では67%と健全材に対し大きく減少し、枯死後6ヶ月材以降では強度の低下がみられ、仲宗根・小田らの平均強度の値と比較しても強度の低下が明らかである。健全材と比較して曲げ強度では、6、8ヶ月材との間に1%水準で有意な低下が認められた。

曲げ強度試験時における試験片の破壊状況は、健全材と枯死後6ヶ月以降材において試験片の変形及び破壊状況が異なった。枯死後6ヶ月以降の試験片では、荷重の増加に伴う試験片のたわみ量が減少し、材の破壊が急激に発生した。これらの結果より材の粘りが低下していると考えられた。

また、枯死後6ヶ月経過した丸太の木口面における破壊状況を写真-1に示した。写真からも明らかなように、材の木口面全面で繊維組織の破断による破壊がみられた。これらの破壊は木材細胞壁を構成するセルロース、

表-1 枯死時期別密度

	健全材	1ヶ月	2ヶ月	3ヶ月	4ヶ月	5ヶ月	6ヶ月	8ヶ月
平均値 (g/cm <sup>3</sup> )	0.71	0.71	0.70	0.69	0.71	0.68	0.65	0.66
最大値 (g/cm <sup>3</sup> )	0.86	0.87	0.88	0.81	0.87	0.88	0.77	0.79
最小値 (g/cm <sup>3</sup> )	0.53	0.54	0.60	0.54	0.56	0.49	0.52	0.50
標準 (g/cm <sup>3</sup> )	0.09	0.07	0.06	0.06	0.06	0.10	0.04	0.06
変動係数 (%)	0.12	0.10	0.08	0.09	0.09	0.15	0.07	0.09

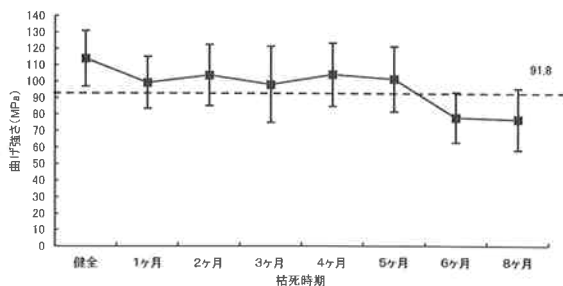


図-1 枯死時期別曲げ強度

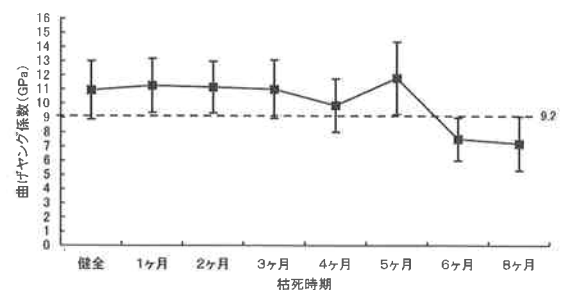


図-2 枯死時期別曲げヤング係数

ヘミセルロース、リグニンが木材腐朽菌による分解を受け細胞壁が脆弱化した結果だと考えられた<sup>9)</sup>。

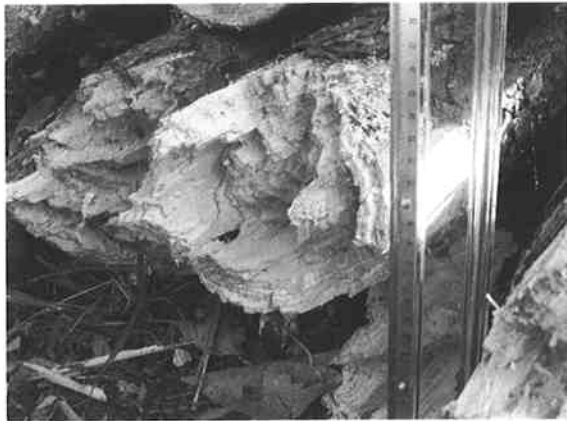


写真-1 木口面の破壊状況

図-2に曲げヤング係数の枯死時期別の推移を示した。健全材の平均曲げヤング係数は10.9GPaを示し、既報の値(9.2GPa)に対して118%の比率を示した。健全材に対する各枯死材の曲げヤング係数は枯死後1ヶ月材103%、2ヶ月材102%、3ヶ月材で100%、4ヶ月90%、5ヶ月材107%の比率を示し、4ヶ月材でヤング係数の低下がみられたが5ヶ月材で増加しており、増減を示しながら曲げヤング係数が推移している。松くい虫被害材のヤング係数低下は枯死後6ヶ月材以降で認められ、6ヶ月材では68%、8ヶ月材では65%の値を示し、健全材に対し大きく減少した。

健全材と比較して曲げヤング係数は6、8ヶ月材との間に1%水準で有意な低下が認められた。

### 3) 縦圧縮強度試験

健全材及び各枯死時期別の縦圧縮強さの結果を図-3に示した。健全材の平均縦圧縮強度は57.7MPaを示し、既報の値(48.8MPa)に対して118%の比率を示し、高い縦圧縮強度を示している。健全材に対する各枯死材の平均縦圧縮強度は枯死後1ヶ月材82%、2ヶ月材93%、3ヶ月材で98%、4ヶ月112%、5ヶ月材105%の比率を示し、健全材に対し

て1、2、3ヶ月材で縦圧縮強度の低下が見られ、4、5ヶ月材では圧縮強度値が高くなった。松くい虫被害材の圧縮強度低下は6ヶ月材以降で認められ、6ヶ月材では62%、8ヶ月材では63%であった。強度の低下は、曲げ強度、曲げヤング係数と同様な傾向を示した。6、8ヶ月材の圧縮強度は健全材の2/3程度の値であった。

健全材と比較して縦圧縮強度は6、8ヶ月材との間に1%水準で有意な低下が認められた。

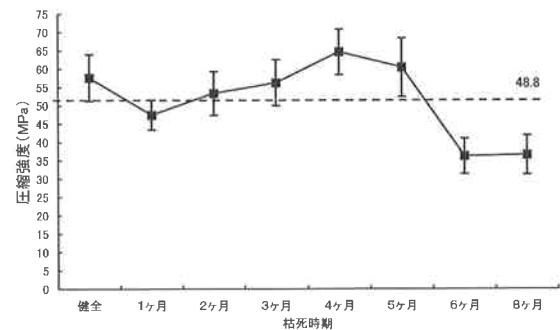


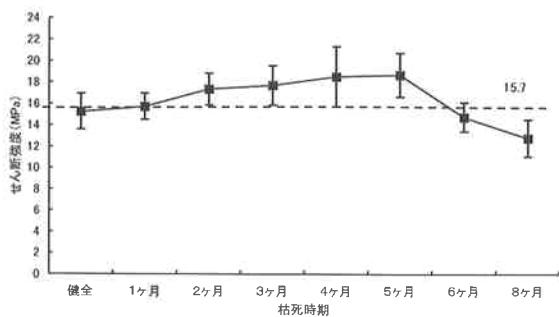
図-3 枯死時期別縦圧縮強度

### 4) ブロックせん断試験

図-4-1に板目木取りせん断強度の枯死時期別の推移を、図-4-2に柾目木取りせん断強度値の枯死時期別の推移を示した。

板目木取における健全材の平均せん断強度は15.3MPaを示し、既報の値(15.7MPa)とほぼ同程度の強度値を示した。枯死材の平均せん断強度は枯死後1ヶ月材103%、2ヶ月材113%、3ヶ月材115%、4ヶ月材120%、5ヶ月材121%の比率を示し、健全材に対しせん断強度値が高くなった。せん断強度の低下は6ヶ月材以降で認められ、6ヶ月材96%、8ヶ月材83%であった。これらの強度値は既報の値と比較しても低かった。

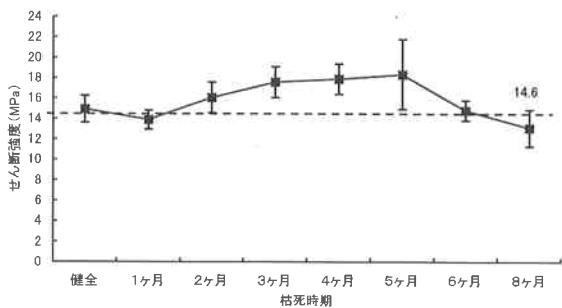
板目木取におけるブロックせん断強度は、健全材比較して8ヶ月材との間に1%水準で有意な低下が認められた。



図一 4-1 枯死時期別せん断強度 (板目)

柵目木取における健全材のせん断強度は14.9MPaを示し、既報の値(14.6MPa)とほぼ同程度の強度値を示した。枯死材の平均せん断強度は枯死経過後1ヶ月材93%、2ヶ月材108%、3ヶ月材117%、4ヶ月材120%、5ヶ月材122%の比率を示し、健全材に対し1ヶ月材を除けば、せん断強度値が高くなる傾向を示した。せん断強度の低下は8ヶ月材でみられ、88%の比率を示した。

柵目木取におけるブロックせん断強度は、健全材比較して8ヶ月材との間に1%水準で有意な低下が認められた。



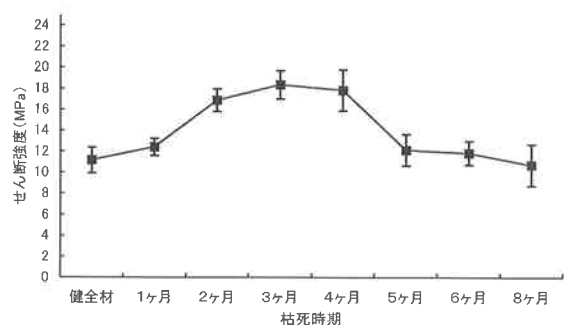
図一 4-2 枯死時期別せん断強度 (柵目)

### 5) 接着ブロックせん断試験

接着処理を行った板目木取りせん断強度の枯死時期別の推移を図一 5-1に、柵目木取りせん断強度の枯死時期別の推移を図一 5-2に示した。

板目木取接着における健全材の平均せん断強度は11.2MPaを示し、無垢材のせん断強度に対して3/4程度の強度値を示した。枯死材の平均せん断強度は健全材に対して枯死後

1ヶ月材111%、2ヶ月材150%、3ヶ月材163%、4ヶ月材158%、5ヶ月材108%、6ヶ月材105%、8ヶ月材95%の接着せん断強度値を示した。接着健全材が無垢材の3/4の強度を示したのに対して、2、3、4ヶ月材では無垢材のせん断強度とほぼ同程度の強度を示した。このように2~4ヶ月材において接着強度が大きく増加する要因としては、被害材における樹脂成分が関係していることが考えられた。



図一 5-1 枯死時期別接着せん断強度 (板目)

マツ類は多量の樹脂成分を含有し<sup>10)</sup>、これらの成分が接着性能に影響を与えていることが考えられた<sup>11)</sup>。接着強度の値からみると、枯死後2ヶ月前後で樹体内の樹脂成分が減少し接着性への影響が低下すると考えられた。また、枯死後5ヶ月以降からの強度値の低下は、腐朽による材質の劣化が影響を及ぼしているものだと考えられた。

板目木取における接着ブロックせん断強度は、健全材と比較して6、8ヶ月材との間に有意な差は認められなかった。

柵目木取接着における健全材のせん断強度は11.9MPaを示し、無垢材のせん断強度に対して4/5程度の強度値を示した。枯死材の平均せん断強度は健全材に対して枯死後1ヶ月材102%、2ヶ月材120%、3ヶ月材134%、4ヶ月材131%のせん断強度値を示し、せん断強度の増加率は板目木取接着と比較してやや小さいが、強度値の推移は同じ傾向を示している。その後の接着強度は5ヶ月材105%、6ヶ月材97%、8ヶ月材89%を示し、3~4



ヶ月材をピークに強度値が板目木取接着と同様に減少した。

桁目木取における接着ブロックせん断強度は、健全材と比較して8ヶ月材との間に5%水準で有意な低下が認められた。

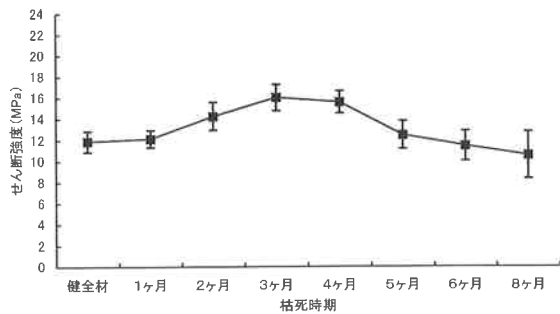


図-5-2 枯死時期別接着せん断強度 (桁目)

#### 6) 浸せきはく離試験

図-6-1に板目木取接着浸せきはく離率を、図-6-2に桁目木取接着浸せきはく離率を示した。

板目木取接着における健全材の平均浸せきはく離率は88.4%で、高いはく離率を示した。各試験片の平均浸せきはく離率は1ヶ月材54.9%、2ヶ月材56.1%、3ヶ月材46.6%、4ヶ月材30.8%と減少した後に、5ヶ月材72.7%、6ヶ月材76.9%、8ヶ月材88.0%と4ヶ月目を境に増加に転じた。各枯死材においても、浸せきはく離率における基準値である10%以下の値をクリアーすることはできなかった。枯死月別における浸せきはく離率の推移においても接着ブロックせん断試験と同様なことが考えられ、枯死4ヶ月目を境界と

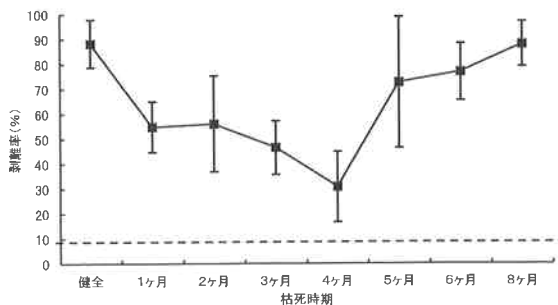


図-6-1 枯死時期別浸せきはく離 (板目)

して樹脂成分の減少が接着性の向上に、5ヶ月以降のはく離率の増加は材質の劣化が影響を及ぼしていると考えられた。

桁目木取接着における健全材の平均浸せきはく離率は95.8%で、非常に高いはく離率を示した。枯死材の平均浸せきはく離率は1ヶ月材60.6%、2ヶ月材72.6%、3ヶ月材47.9%、4ヶ月材39.1%で、枯死後の4ヶ月目までははく離率減少し板目木取接着同じ傾向を示した。また、5ヶ月材90.9%、6ヶ月材79.0%、8ヶ月材68.0%と4ヶ月目を境に増加した。桁目木取接着においても基準値の10%以下の値をクリアーすることはできなかった。

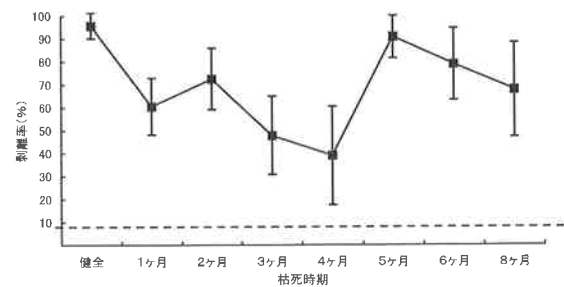


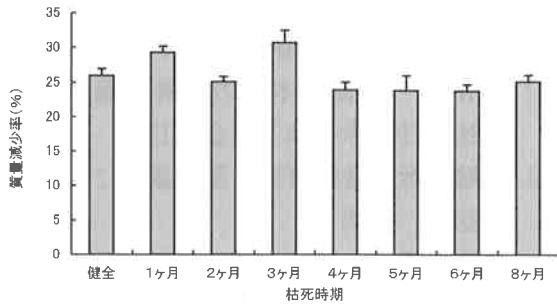
図-6-2 枯死時期別浸せきはく離 (桁目)

#### 7) 耐蟻性試験

健全材及び各枯死時期別の質量減少率の結果を図-7に示した。リュウキュウマツは、沖縄産樹種の中において質量減少率の最も大きな樹種である。その減少率は20.2~27.5%<sup>12, 13, 14)</sup>であることから判断すると、今回の健全材の質量減少率25.8%はその範囲内に入り標準的な質量減少率を示していると考えられた。枯死時期別の質量減少率は1ヶ月材29.3%、2ヶ月材25.1%、3ヶ月材30.6%、4ヶ月材23.9%、5ヶ月材23.5%、6ヶ月材23.6%、8ヶ月材25.1%の値を示し、4ヶ月材以降では質量減少率の増加は無かったが、健全材と比較して1、3ヶ月材との間に1%水準で有意な増加が認められた。

1、3ヶ月材で質量減少率の増加が認めら

れるが、この原因としては、樹脂量の低下や材の物理的要因（硬さ）及びその他の要因が影響を及ぼしていると考えられるが、現時点では不明であり、今後、検討を行う必要がある。



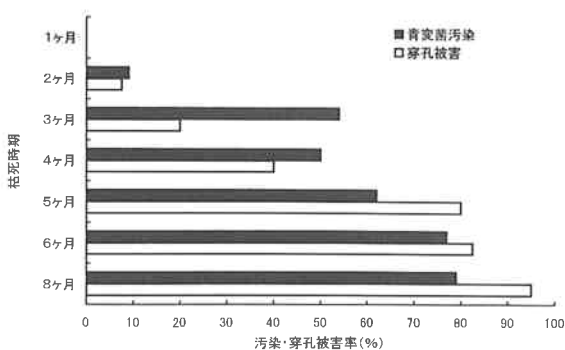
図一七 枯死時期別質量減少率

#### 8) 青変汚染及び穿孔被害

各枯死時期別の青変菌汚染及び穿孔被害状況の結果を図一八に示した。青変菌汚染は、枯死後2ヶ月材から認められ3ヶ月材では急激に増加し54%の汚染が見られた。その後は4ヶ月材50%、5ヶ月材62%、6ヶ月材77%、8ヶ月材79%と汚染率が増加した。

板材における穿孔被害は、青変菌汚染と同様に、枯死後2ヶ月材から認められ3ヶ月材20%、4ヶ月材40%、5ヶ月材80%、6ヶ月材82.5%、8ヶ月材95%となった。

リュウキュウマツ材を用いて家具、工芸、内装用材として加工利用する場合、青変菌による材面汚染や穿孔被害はこれらの用材としては致命的な欠陥となる。



図一八 枯死時期別青変菌汚染及び穿孔被害率

松くい虫被害材をこれらの用途に利用する場合、枯死後1ヶ月材までは利用することが可能であると考えられた。

#### 4. まとめ

リュウキュウマツ松くい虫被害材を用いた枯死時期別の品質試験の結果から、次のことが明らかになった。

- ① 密度の低下は、枯死後6ヶ月材以降において認められた。
- ② 曲げ強度、曲げヤング係数及び縦圧縮強度の低下は、枯死後6ヶ月材以降で低下が認められ、健全材の約2/3程度の値を示した。
- ③ せん断強度の低下は板目・柾目木取りせん断とも、枯死後8ヶ月材以降で認められた。
- ④ 接着せん断強度は、枯死後3～4ヶ月材で最大となり5ヶ月材以降緩やかに低下した。健全材に対する強度の低下は柾目接着の8ヶ月材で認められた。
- ⑤ 浸せきはく離試験では、板目・柾目接着の両処理とも、はく離率の基準値である10%以下の値をクリアーすることはできなかった。
- ⑥ イエシロアリに対する質量減少率は、23.7%～30.8%の値を示し、枯死後1、3ヶ月材では健全材に対して増加したが、枯死4ヶ月材以降では質量減少率の増加は認められなかった。
- ⑦ 青変汚染及び穿孔被害は枯死後1ヶ月までは認められなかった。
- ⑧ 本研究の結果、リュウキュウマツ被害材は枯死後5ヶ月材までは強度の低下は認められず、被害材の利用が可能であると思われる。また、枯死後1ヶ月材までは、青変汚染及び穿孔被害は認められないため、家具、工芸、内装用材として利用が可能である。

## 引用文献

- 1) 沖縄県農林水産部森林緑地課：沖縄の森林・林業、平成17年度版、2005
- 2) 富田守泰、野原正人、大塚和典：マツノザイセンチュウによる被害マツ材の利用適正に関する調査、岐阜県林業センター業務報告、1981
- 3) 宗形芳明、竹原太賀司、中島剛：マツクイムシ材の材質試験、福島県林業試験場報告、1986
- 4) 岡部茂、中島泰公、井口明：松くい虫被害材の材質特性の解明に関する研究、広島県林業試験場研究報告、1991
- 5) 繊維板研究室：マツノザイセンチュウによるアカマツ枯損木からのボード類の製造、林試研報338、1986
- 6) 高野勲、宮崎信、香山彊：マツノザイセンチュウによるアカマツ枯損木のパルプ化試験、林試研報315、1981
- 7) 柳井久江：4 steps エクセル統計、オーエムエス、1998
- 8) 仲宗根平男・小田一幸：沖縄産有用木材の性質と利用、琉球林業協会、1985
- 9) 今村祐嗣：木材の初期腐朽とその検出方法、(社)日本木材保存協会、36、1987
- 10) 中坪文明他：樹木の顔、日本木材学会抽出成分と木材利用研究会、2002
- 11) 富田文一郎他：木材の接着・接着剤、(社)日本木材加工協会、1996
- 12) 金城一彦、堂福康海、屋我嗣良：木材学会誌34、1988
- 13) 曾我部昭好、金城一彦、阿部フミ子、山内辰郎、屋我嗣良：木材学会誌46、2000
- 14) 嘉手苺幸男、金城一彦、屋我嗣良：木材学会誌50、2004

# ヤエヤマアオキ *Morinda citrifolia* の三要素試験

中平 康子

## 1. はじめに

ヤエヤマアオキ *Morinda citrifolia* は、東南アジアからポリネシア、オーストラリアに分布するアカネ科の植物で、現地では民間薬として利用されている<sup>1)</sup>。沖縄では海岸沿いに多く分布し、古くから染料として利用されてきた<sup>1)</sup>。

近年の研究では、ヤエヤマアオキの果実から得られたエタノール抽出物に、特定の癌細胞に対する抑制効果や脂質過酸化抑制効果が *in vitro* で認められ<sup>2, 3)</sup>、健康補助食品として利用されるようになってきている。このため、ヤエヤマアオキは高い需要が見込まれ、沖縄県下で広く栽培されているが、栽培技術が未確立であるため、栽培地や栽培方法により収量に差が認められている<sup>4)</sup>。

そこで、ヤエヤマアオキの栽培技術の確立に向け、沖縄本島に分布する主要な土壌（国頭マージ、島尻マージ、ジャーガル）において、施肥による果実収量への影響について検討するため、三要素試験を行い、植栽後の初期生長を調べるとともに、花芽の形成および果実収量について調査を行った。

## 2. 試験・方法

ヤエヤマアオキの苗木は、同一の母樹から得られたポット苗を購入し、試験開始まで構内ガラス室内で養苗し、2005年5月31日～6月1日に移植を行った。移植時の苗木は約25 cmであった。各土壌のまさ土と一定量の肥料（表-1）を混合し、ポット（ケンガイ2号）に植栽した。全土壌の各処理区につき、ヤエヤマアオキの苗木を15本供試した（表-2）。植栽した苗木は野外に設置し、夏季は週3回、冬季は週2回の灌水を行った。植栽約1月後の2006年7月4日から2006年3月6

日まで、植栽した苗木の生長量を調べるため、毎月、根元径と樹高を測定し、着花時期について観察を行った。試験期間中に果実の着果が認められた個体については、果実を収穫して重量を測定した。また、月ごとの測定と同時に一定量の肥料を追肥として施用した（表-1）。

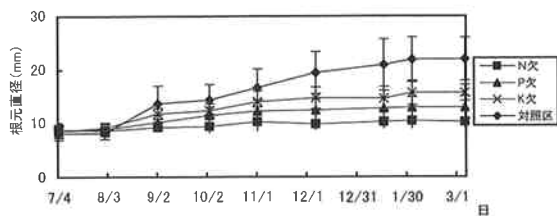
使用した土壌の pH は国頭マージが4.69、島尻マージが4.97、ジャーガルが8.17で、EC は国頭マージが0.334、島尻マージが0.925、ジャーガルが0.334であった。

表-1. 植栽時および追肥時の肥料施用量

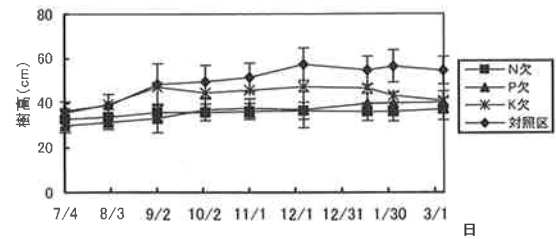
添加肥料	成分比 (%)	移植時		追肥	
		成分当量 (g/l)	施用量 (g/l)	成分当量 (g/l)	施用量 (g/l)
硫酸アンモニウム	21	0.5	2.4	0.25	1.2
過リン酸石灰	17	0.5	3.0	0.25	1.5
硫酸カリ	50	0.5	1.0	0.25	0.5

表-2. 土壌ごとの処理と供試本数

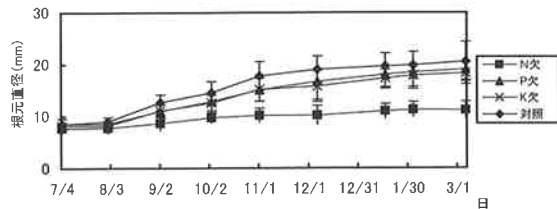
土 壌	処理区分	供試本数	窒素 リン カウム		
			窒素	リン	カウム
国頭マージ	処理区 A 窒素欠乏	15		○	○
	処理区 B リン欠乏	15	○		○
	処理区 C カウム欠乏	15	○	○	
	対照区 全施用	15	○	○	○
島尻マージ	処理区 A 窒素欠乏	15		○	○
	処理区 B リン欠乏	15	○		○
	処理区 C カウム欠乏	15	○	○	
	対照区 全施用	15	○	○	○
ジャーガル	処理区 A 窒素欠乏	15		○	○
	処理区 B リン欠乏	15	○		○
	処理区 C カウム欠乏	15	○	○	
	対照区 全施用	15	○	○	○



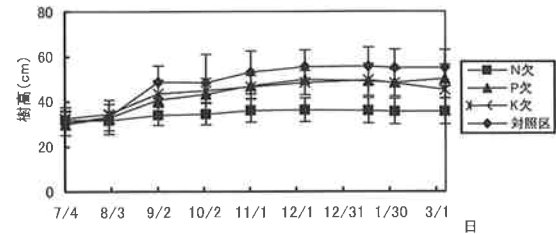
図一 1. 各処理別根元直径生長（国頭マーヅ）



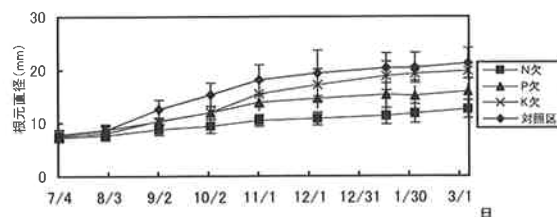
図一 2. 各処理別樹高生長（国頭マーヅ）



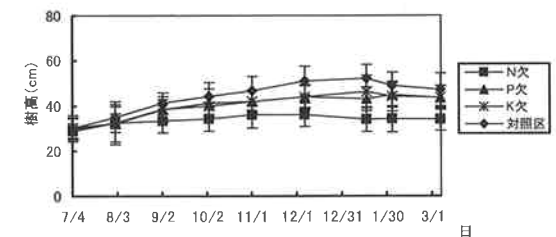
図一 3. 各処理別根元直径生長（島尻マーヅ）



図一 4. 各処理別樹高生長（島尻マーヅ）



図一 5. 各処理別根元直径生長（ジャーガル）



図一 6. 各処理別樹高生長（ジャーガル）

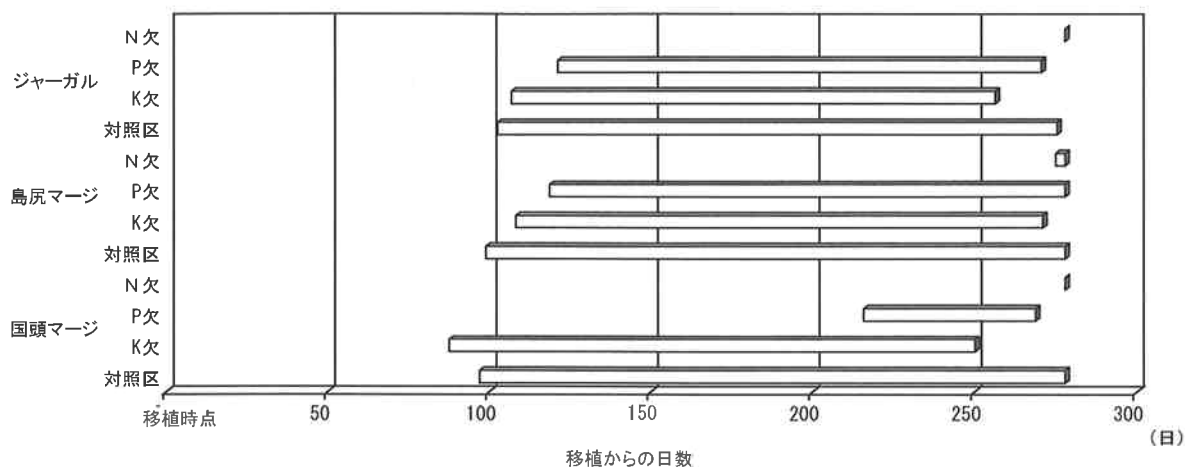
### 3. 結果

試験終了時の各土壌および処理区ごとの生存率は、国頭マーヅの窒素欠乏区で93.3%、リン欠乏区で86.7%、カリウム欠乏区で80%、対照区で93.3%、島尻マーヅの窒素欠乏区で73.3%、リン欠乏区で80%、カリウム欠乏区で93.3%、対照区で100%、ジャーガルの窒素欠乏区で66.7%、リン欠乏区で86.7%、カリウム欠乏区で66.7%、対照区で86.7%となった。処理区間の生存率について $\chi^2$ 検定により検定したところ、土壌及び処理間に有意差は認められなかった（ $P$ ：0.2599）。

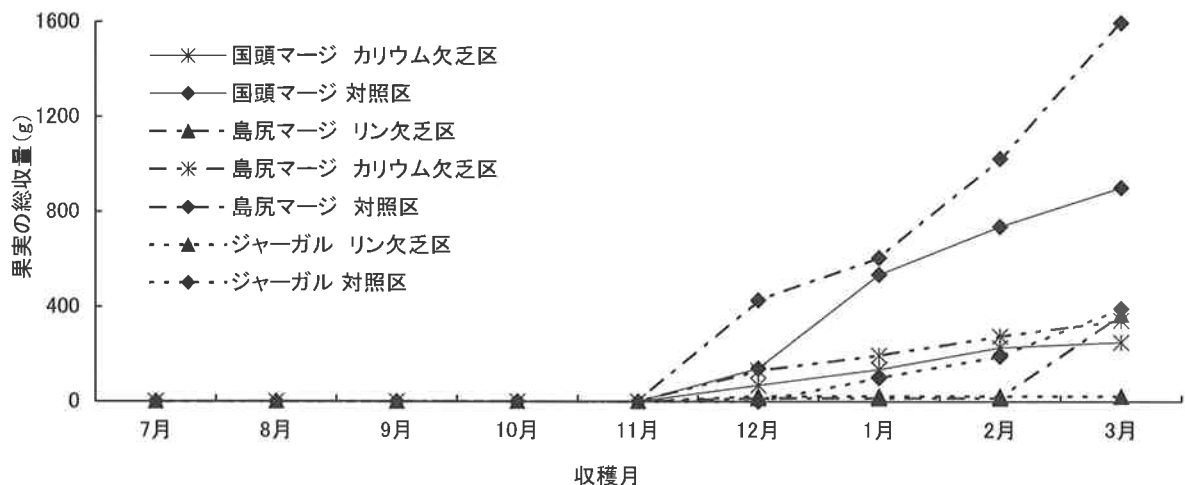
各試験区における樹高および根元直径の生長量について図一1～6に示した（写真一1～4）。根元直径では、全ての処理区と対照区間において有意差が認められた（窒素欠乏区×対照区： $2.84E-23$ 、リン欠乏区×対照区： $1.94E-11$ 、カリウム欠乏区×対照区： $5.14E-$

06）。リン欠乏区と対照区間では、国頭マーヅと島尻マーヅの土壌間にも差が認められた（ $P$ ：0.029334）。交互作用はリン欠乏区×対照区、カリウム欠乏区×対照区間で認められた。樹高では、全ての施肥区と対照区間において有意差が認められた（窒素欠乏区×対照区： $9.169E-17$ 、リン欠乏区×対照区： $3.49E-06$ 、カリウム欠乏区×対照区： $9.47E-05$ ）。窒素欠乏区と対照区では、島尻マーヅとジャーガル間（ $P$ ：0.025424）に、リン欠乏区と対照区間では、国頭マーヅと島尻マーヅ、島尻マーヅとジャーガル間に差が認められた（ $P$ ：0.036329、0.001172）。交互作用はリン欠乏区と対照区間に認められた（ $P$ ：0.014194）。

全土壌の窒素欠乏区において、花芽の発生がほとんど認められず、国頭マーヅのリン欠乏区では花芽の発生が他よりも遅かった（図一7）。着果は植栽後81日目の8月1日に国頭マーヅのカリウム欠乏区と対照区、島尻マー



図一七．土壌及び処理区別の花芽発生にかかった日数（試験期間中の枯損個体を除く）



図一八．ヤエヤマアオキ果実収量の累計

ジのカリウム欠乏区と対照区において初めて観察された。

果実は、国頭マージのカリウム欠乏区、対照区、島尻マージのリン欠乏区、カリウム欠乏区、対照区、ジャーガルのリン欠乏区、対照区で収穫が可能であった（図一八）。全土壌の窒素欠乏区では、まったく収穫ができなかった。国頭マージのリン欠乏区とジャーガルのカリウム欠乏区では、着花はしたものの、果実の成熟が認められず収穫ができなかった。

果実収量の総計は島尻マージの対照区で最も多く、ついで国頭マージの対照区が多かった（図一八）。

全土壌のカリウム欠乏区の苗木では、12月

以降に葉が黒紫色に変色し、落葉する症状が認められた。この症状は国頭マージにおいて顕著に認められ、葉に黒色の斑点ができ、葉辺が硬室化して萎凋を始める個体が多く認められた。この症状は果実にも認められ、収穫した果実の中まで黒紫色に変色していた（写真一五）。変色した果実の中には、熟することなく茎についた状態で腐敗して干からびるものもあった（写真一六）。

#### 4. 考 察

窒素、リン、カリウムの施用量により生存率に差が認められなかったことから、ヤエヤ

マアオキは、生存に関してはこれら三要素の影響を受けにくい樹種であると考えられた。

植栽後の初期成長では、全処理区と対象区間に有意差が認められ、直径生長および樹高生長とも窒素、リン、カリウムの影響を強く受けることが明らかとなった。直径生長では、リン欠乏とカリウム欠乏の影響は土壌により異なり、樹高生長ではリン欠乏の影響は土壌により異なることが示唆された。

花芽の発生時期については、全土壌とも窒素欠乏により、発生が抑制される可能性が示唆された。また、国頭マージでは、リン欠乏により花芽の発生が遅くなり、収穫まで至らなかったことから、国頭マージでは、リン欠乏が花芽形成に与える影響は他の土壌よりも強いと思われた。花芽の形成がみられなかったり、遅かったものは、直径生長および樹高生長が他よりも抑えられており、そのことが果実収量に影響した可能性がある。

果実収量では、対照区においても土壌により収量が異なる結果となり、また、カリウム欠乏区で確認された葉や果実の変色は、土壌により発生頻度が異なることから、ヤエヤマアオキの栽培には土壌条件が強く影響することが示唆され、土壌ごとの施肥管理が必要であることが示唆された。

今回、カリウム欠乏区で確認された葉や果実の黒紫化や萎凋が、養分欠乏によるものであるか検討したのではなく、今後、土壌の

化学性の変化等について、葉分析やカリウムの施肥により回復するか等の調査を続ける必要があると考えられた。

## 引用文献

- 1) 初島住彦 (1975) 沖縄生物教育研究会. 那覇. p.568
- 2) A.Hirazumi, E. Furusawa, S. C. Chou, & Y. Hokama (1994) Proceeding of the Western Pharmacology Society 37: 145-146
- 3) 田中洋平・神谷浩平・佐武紀子 (2004) 日本薬学学会第6回研究発表会. 大阪
- 4) 中平康子 (2005) 沖業報16: 29-30



写真-1. 全要素を施用した苗木  
(左: 国頭マージ、中: 島尻マージ、右: ジャーガル)



写真-2. 窒素欠乏の苗木  
(左: 国頭マージ、中: 島尻マージ、右: ジャーガル)



写真-3. リン欠乏の苗木  
(左: 国頭マージ、中: 島尻マージ、右: ジャーガル)



写真-4. カリウム欠乏の苗木  
(左: 国頭マージ、中: 島尻マージ、右: ジャーガル)

K欠



国頭マージ



島尻マージ



ジャーガル

写真-5. カリウム欠乏区に現れた葉の黒色化と萎凋症状  
(左: 国頭マージ、島尻マージ、ジャーガル)



写真-5. 国頭マージのカリウム欠乏区に現れた  
果実の黒紫化症状



写真-6. 国頭マージのカリウム欠乏区に現れた  
果実の萎凋症状



# 山菜としてのゴウシュウタニワタリの林間栽培について

—摘葉方法別の発生状況—

宮城 健・喜友名 朝次・伊禮 英毅・比嘉 政隆

## 1. はじめに

チャセンシダ科のゴウシュウタニワタリ (*Asplenium australasicum*) は、ミナミタニワタリ<sup>1)</sup>、リュウキュウトリノスシダ<sup>2,3,4)</sup>ともよばれ、オオタニワタリ (*Asplenium antiquum*) やシマオオタニワタリ (*Asplenium nidus*) に比べて、ぬめりや苦味が少なく食感も良いことから、オオタニワタリ類の中で最も食用に適した山菜である<sup>5)</sup>。また、オオタニワタリ類は南島の山菜として八重山で利用が多く、沖縄本島ではあまり利用されていない食材である<sup>6,7)</sup>。台湾でも以前は台湾原住民族が山取して利用し栽培する人も少なかったが、現在では無農薬の安全・安心な食材として主に花蓮、宜蘭地区で専門的栽培が行われるまでに生産を伸ばしている<sup>8)</sup>。今のところ本県では主に花材としての生産にとどまっているが、山菜の生産<sup>9)</sup>にも力を入れることによって森林資源の積極的な利活用が図られ、農山村地域の振興にもつながることが期待される。

本調査は、山菜としてオオタニワタリ類が、ゼンマイ状の新芽から開いた若葉の状態のものまで市場では販売されていることから、摘葉方法の違いによる収量及び形状等を明らかにすることによって、今後の栽培管理に活かすことを目的に実施した課題である。

なお、調査を実施するにあたり、林業普及指導員のご協力を得た。記して感謝申し上げます。

## 2. 調査地および調査方法

### 1) 調査地

調査地は林業試験場構内の西方向に28°傾斜した国頭礫層土壌からなるイジュ、タブノ

キ、ソウシジュ等で構成される林間栽培地に設置した(図-1、写真-1)。林床の相対照度は平均21.6%(max:30.3%、min:14.2%)であった。栽培管理については、林床の除草のみで灌水や施肥は行っていない。



図-1 調査位置図



写真-1 調査地の状況

## 2) 調査方法

調査区は、摘葉方法別に芽が出立てのゼンマイ状の新芽区（新葉が20～30cmで収穫）と出た芽が成長して葉が広がった若葉の状態に近い展開区（新葉が35cm以上で収穫）を設定した。調査には林床下へ条植え（株間約100cm×条間約60cm）で植栽された約20年生の株を用い、古葉は除去し成葉を平均約8枚残した。両区の最大葉長は新芽区が平均106.2cm（max：156cm、min：75cm）、展開区が平均105.5cm（max：137cm、min：71cm）であった。両区の株数は44株ずつとし、交互に配置した。収穫方法は3～4日間隔で週2回行い、葉の先端が巻き込んだ状態で中肋が暗褐色に変色している境界で切り取って収穫し、収量および形状（良品、奇形、虫害、病害）を調査した。調査は2004年6月～2006年5月までの2カ年間行った。

また、摘葉方法を短くして新芽の収穫を続けると残した成葉が枯死した後、次第に株が衰退することが考えられるため、根茎から葉を全刈りする全葉刈取り調査を2005年6月に実施し、その後の生育状況を約4カ月後の2005年10月と約12カ月後の2006年5月に行った。

## 3. 結果および考察

### 1) 摘葉方法別年間収穫量

摘葉方法別年間収穫量の調査結果を表-1に示した。1年目の1株当りの年間収穫量は新芽区が葉数で18.7±4.5枚、葉重で123.3±53.2g、展開区が葉数で16.7±5.3枚、葉重で120.8±69.7gで、新芽区は展開区よりも葉数が多く、葉重も重いという傾向が見られたが、調査区間には有意差は認められなかった。

2年目の1株当りの年間収穫量は新芽区が葉数で24.2±8.0枚、葉重で150.6±91.3g、展開区が葉数で16.2±6.6枚、葉重で123.9±79.9gで、新芽区は展開区よりも葉数が多かった（ $F=1.46^{***}$ ）。葉重は新芽区の方が展開区より重い傾向が見られたが、調査区間には有意差は認められなかった。

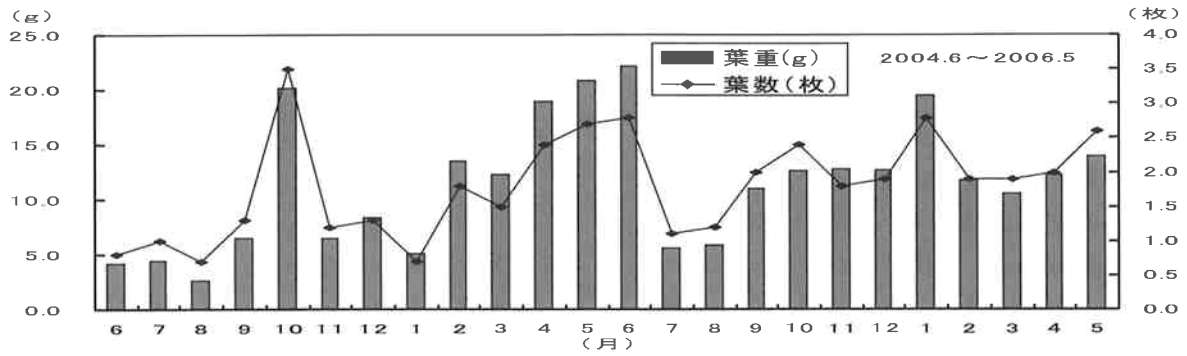
調査区ごとの1年目と2年目の年間収穫量を比較すると、新芽区で2年目に葉数の増加が認められた（ $F=0.31^{***}$ ）。ゴウシュウタニワタリは、摘葉方法を短くして収穫を繰り返していくと、出葉数が増加することが示唆された。葉重については増加する傾向は見られたが有意差は認められなかった。展開区は葉数、葉重とも同程度で有意差も認められなかった。

### 2) 月別収穫量の推移

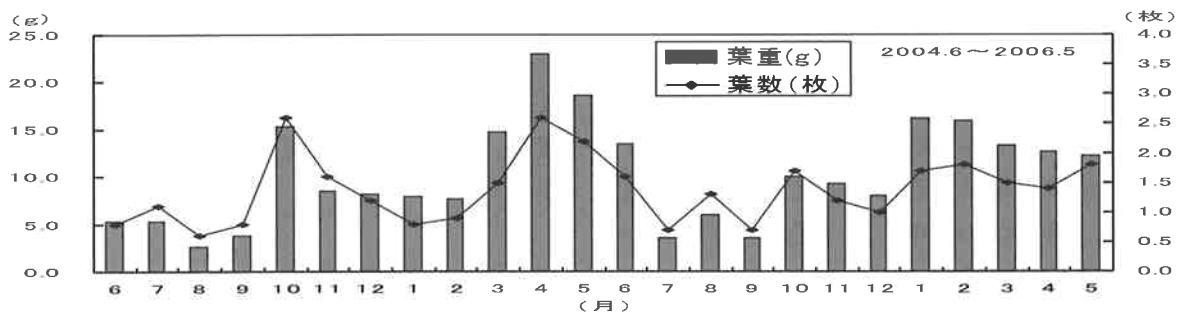
調査区の2004年6月～2006年5月までの1株当り月別収穫量の推移を図-2、図-3に、月別降水量と平均気温の推移を図-4に示した。今回の調査結果を見ると、新芽区、展開区ともほぼ同じ発生パターンを示し、年間を通して発生した。また、夏場に少なく冬から春先に多く発生する傾向を示した。特に、月平均気温が28℃を超え年間を通して最も高い夏場の7、8月は収量が最も少ない結果となった。タニワタリ花き栽培要領<sup>10)</sup>によると、タニワタリ類の生育適温は20～25℃、多湿環境を好み、乾燥すると葉の艶がなくなったり生育が低下するので、夏季高温期は灌水を多くし、冬季は控えるとされている。今回の調査結果からも夏季高温期は収量が少ないという傾向が見られることから、灌水により乾燥しないような栽培管理を行うことが収量の増加に結びつくか今後の課題となる。

表-1 摘葉方法別年間収穫量

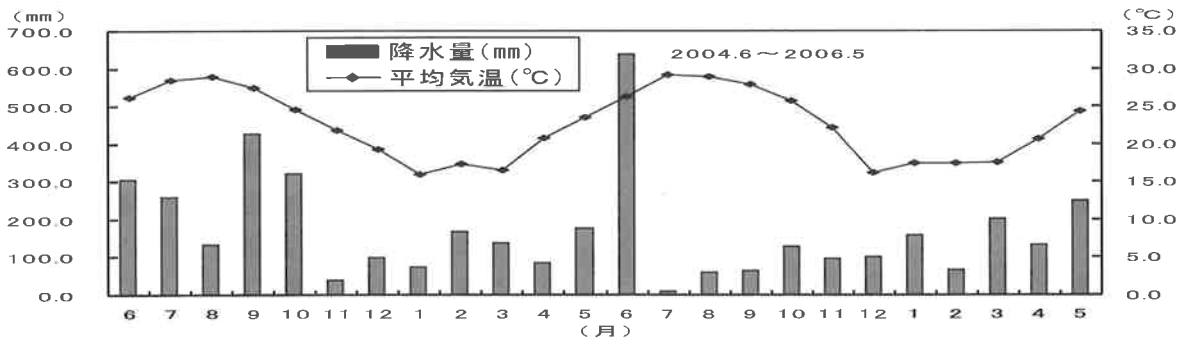
調査区	調査株数	1年目				2年目			
		収穫葉数 (枚)	収穫葉重 (g)	1株当り葉数 (枚)	1株当り葉重 (g)	収穫葉数 (枚)	収穫葉重 (g)	1株当り葉数 (枚)	1株当り葉重 (g)
新芽区	44	822	10,112	18.7±4.5	123.3±53.2	1,066	13,462	24.2±8.0	150.6±91.3
展開区	44	734	10,019	16.7±5.3	120.8±69.7	715	10,158	16.2±6.6	123.9±79.9



図一 2 新芽区 1 株当り月別収穫量の推移



図一 3 展開区 1 株当り月別収穫量の推移



図一 4 月別降水量と平均気温の推移 (名護測候所)

### 3) 形状調査

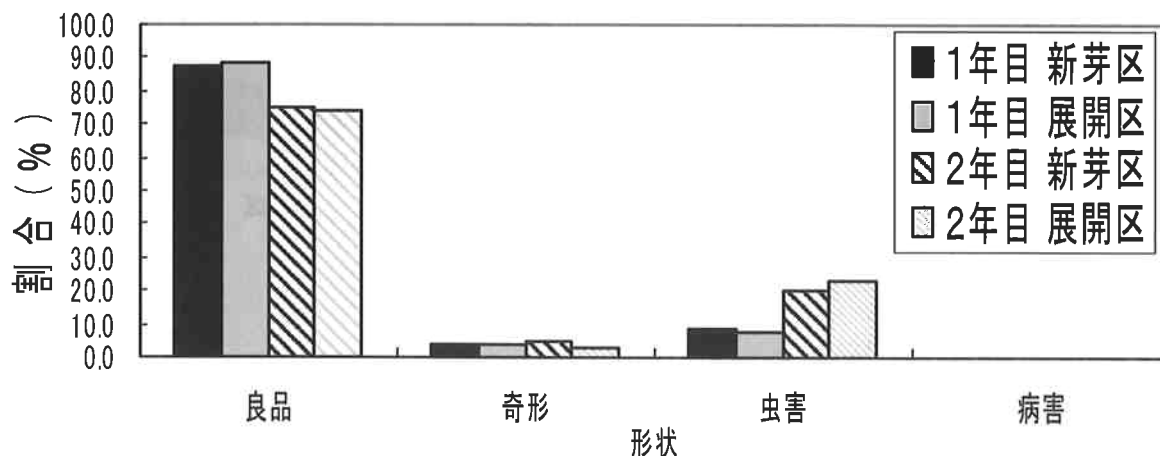
形状区分を表一 2 に、形状割合の調査結果を図一 5 示した。1 年目の形状割合は、新芽区が良品87.6%、奇形4.1%、虫害8.3%、病害 0%、展開区が良品88.8%、奇形3.4%、虫害7.8%、病害 0%であった。2 年目の形状割合は、新芽区が良品75.3%、奇形4.7%、虫害20.0%、病害 0%、展開区が良品74.0%、奇形3.2%、虫害22.7%、病害0.1%であった。両調査区の形状割合は 1 年目、2 年目ともほぼ同じ割合を示した。さらに、1 年目と 2 年

目の良品と虫害の割合を比較すると、良品の割合が 2 年目に新芽区で約 12%、展開区で約 15% 低下した分、逆に虫害の割合は新芽区で約 12%、展開区で約 15% 増加した。虫害の主な原因はマイマイ類による食害で、増加した原因として調査地周辺の除草、雑木刈払いによる環境整備や餌となる新芽の収穫の繰り返しによる餌不足等が考えられる。

以上の結果から、良品の割合を増やすには、新芽を食害するマイマイ類の防除対策が今後の課題となる。

表一 2 形状区分

区分	基準
良品	収穫した葉に変形や虫害、病害がないもの。
奇形	収穫した葉に変形はあるが、虫害、病害がないもの。
虫害	収穫した葉に虫の被害があるもの。
病害	収穫した葉に病気の被害があるもの。



図一 5 形状割合

#### 4) 葉重と葉長調査

収穫した1枚当りの平均葉重と葉長調査結果を表一3に示した(写真一2)。1年目の1枚当りの葉重は新芽区が $6.5 \pm 1.9$ g、展開区が $6.8 \pm 2.7$ g、葉長は新芽区が $12.3 \pm 1.1$ cm、展開区が $13.3 \pm 1.9$ cmであった。2年目の葉重は新芽区が $5.9 \pm 1.8$ g、展開区が $6.9 \pm 2.9$ g、葉長は新芽区が $12.5 \pm 1.1$ cm、展開区が $13.7 \pm 2.2$ cmであった。葉重は2年目に展開区の方が新芽区より大きい傾向が見られたが有意差は認められなかった。葉長は1年目、2年目とも新芽区に対して展開区の方が長かつ

た( $F=0.35^{***}$ 、 $F=0.23^{***}$ )。また、収穫された葉形を見ると、展開区は新芽区より切り口の幅が広がり逆に中肋は細くなることが観察された。

以上の結果から、収穫する方法を長くしても葉長は長くなるが、葉重はほとんど増加せず、収穫された葉形は新芽区の方が展開区より切り口の幅が狭く、中肋も太いゼンマイ状の新芽となり見た目が良いことから、収穫は新芽区で行った方が良いと考えられた。

次に、2004年6月～2006年5月までに収穫された、1枚当りの月別平均葉重と葉長の推

表一 3 1枚当りの平均葉重と葉長

調査区	調査株数	1年目		2年目	
		葉重 (g)	葉長 (cm)	葉重 (g)	葉長 (cm)
新芽区	44	$6.5 \pm 1.9$	$12.3 \pm 1.1$	$5.9 \pm 1.8$	$12.5 \pm 1.1$
展開区	44	$6.8 \pm 2.7$	$13.3 \pm 1.9$	$6.9 \pm 2.9$	$13.7 \pm 2.2$

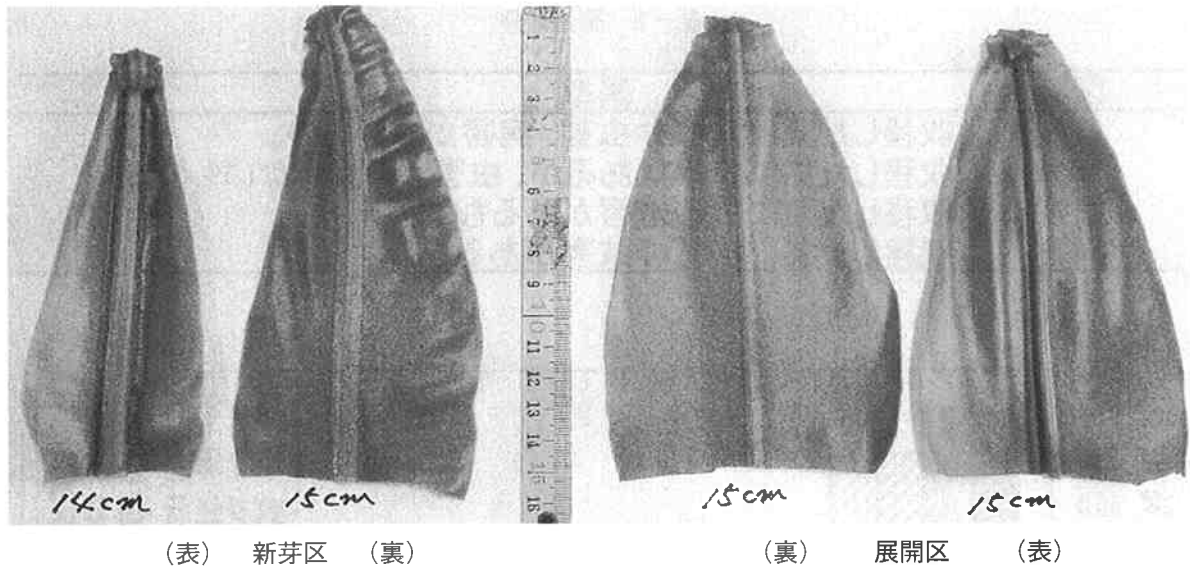


写真-2 葉長調査

移を図-6、図-7に示した。両調査区は葉重、葉長ともほぼ同じ発生パターンを示し、夏場は葉重が軽く、葉長も短い。逆に冬から春先は葉重が重く、葉長も長いという傾向を示した。

5) 全葉刈取り調査

全葉刈取り調査結果を表-4に、刈取り前後の状態を写真-3, 4に示した。古葉は除去し成葉を平均約11.2枚残した対照区は期間を通して生存率が100%であったのに対し、

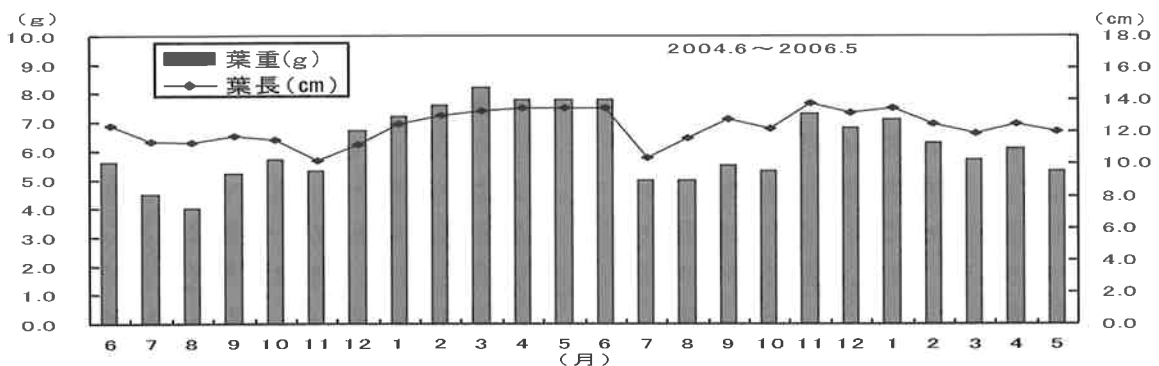


図-6 新芽区1枚当りの月別平均葉重と葉長の推移

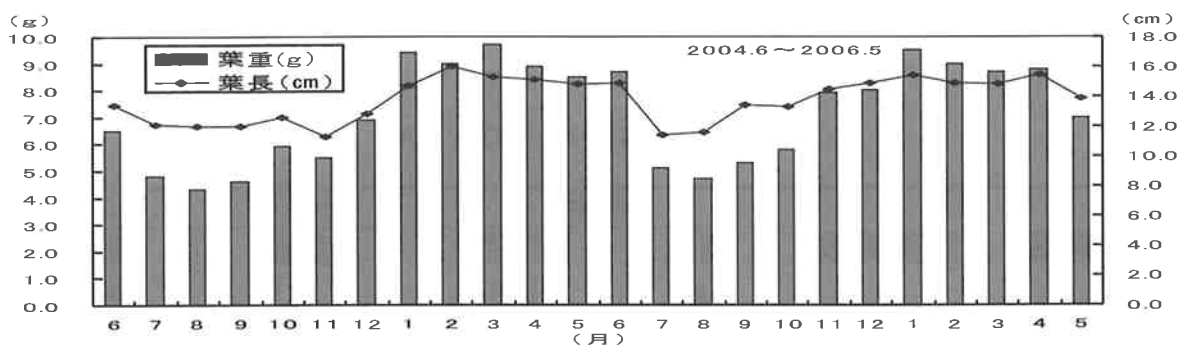


図-7 展開区1枚当りの月別平均葉重と葉長の推移

根茎から葉を全刈りする全葉刈取り区は約4カ月後に生存率が30%、約12カ月後には6%まで低下した。また、調査開始時点で106.0cm (max: 119cm, min: 92cm) あった全葉刈取り区の生存株平均最大葉長は、約12カ月後の調査終了時でも35.0cm (max: 41cm, min: 29cm) しかなく、生存しても新芽が萎縮して収穫できる状況にはなかった。ゴウシュウタニワタリは全葉刈取りを行うとほぼ枯死し、生存しても株が元の状態まで回復するのにかなり長い期間を要することが推察された。

以上の結果から、ゴウシュウタニワタリは、収穫する方法を短くして収穫を繰り返していくと、収穫後の短い葉だけが残る株が次第に衰退することが示唆されることから、収穫はある一定の成葉を保持しながら収穫した方が良いと考えられた。

#### 4. まとめ

山菜としてゴウシュウタニワタリを摘葉方法別に新芽区（新葉が20~30cmで収穫）と展開区（新葉が35cm以上で収穫）に分け、収量及び形状等を調べるとともに、全葉刈取りによる生育状況について調べた結果は次のとおりであった。

- 1) ゴウシュウタニワタリは、収穫する方法を長くしても収穫葉長は長くなるが、収穫葉重は増加せず、収穫された葉形は新芽区の方が展開区より切り口の幅が狭く、中肋も太いゼンマイ状の新芽となり見た目が良いことから、収穫はある一定の成葉を保持しながら新芽区で行った方が良いと考えられた。
- 2) 本県でゴウシュウタニワタリは、周年栽培が可能である。夏場に少なく冬から春先に



対照区 全葉刈取り区  
写真-3 全葉刈取り前 (2005/6/1)



対照区(生存) 全葉刈取り区(萎縮、枯死)  
写真-4 全葉刈取り約4カ月後 (2005/10/5)

多く発生する。また、夏場は収穫葉重が軽く収穫葉長も短い。逆に冬から春先は収穫葉重が重く、収穫葉長も長い傾向がある。

3) ゴウシュウタニワタリは全葉刈取りを行うとほぼ枯死し、生存しても株が元の状態まで回復するのにかなり長い期間を要する。

4) 増収や良品率の向上は重要な課題であり、灌水およびマイマイ類等の病害虫防除技術の確立が必要である。

表-4 全葉刈取り調査

調査区	2005/6/1			2005/10/5		2006/5/29	
	調査株数	1株平均葉数 (枚)	1株平均最大葉長 (cm)	生存株数	生存率 (%)	生存株数	生存率 (%)
全葉刈取り区	70	0	99.9(max141、min64)	21	30	4	6
対照区	35	11.2	99.4(max143、min75)	35	100	35	100

## 引用文献

- 1) 恩納村教育委員会 (1990) 恩納村の植物：126.
- 2) 橋本郁三 (2006) 野生植物食用図鑑－南九州－琉球の草本：193.
- 3) 池原直樹ほか (1991) 沖縄食の大百科－山野草と山野草料理：72-73.
- 4) 多和田真淳・池原直樹 (1989) 沖縄植物野外活用図鑑第7巻：93.
- 5) 行政院農業委員會花蓮區農業改良場 (2005) 山蘇栽培：6.
- 6) 外間ゆき (2002) 沖縄ぬちぐすい辞典：41-42.
- 7) 仲村清司 (2003) 沖縄の人だけが食べている：41.
- 8) 行政院農業委員會花蓮區農業改良場 (2005) 山蘇栽培：4. 31-38.
- 9) 沖縄県農林水産部 (2005) 特用林産物生産量. 沖縄の林業(平成17年版):46.
- 10) 沖縄県農林水産部 (1985) 31 タニワタリ. 花き栽培要領:125-126.

# 資 料



# 北大東島におけるテリハボク幼齡林の生育状況について

金城 勝・宮城 健・比嘉 政隆

## 1. はじめに

テリハボクは潮害に強く、海岸の砂地や隆起珊瑚礁地帯でよく生育することから防災林の造成樹種として利用されている。北大東島では、昭和47年<sup>1)</sup>から保安林改良事業が実施されており、テリハボクを主体にした植栽が進められている。北大東島のテリハボクの植栽は、実生により行われており、発芽成績は、ほぼ100%に近い<sup>2)</sup>とされている。植栽後は、1穴当たり数本の稚樹が生育するため、数年を経過すると過密な林分となり枯損しやすくなる傾向がある。このため、防災林の機能向上を図る必要から、林分の適切な管理が求められているところである。



図-1 位置図

今回、生育環境の厳しい海岸地域において、除・間伐が海岸林の育成に与える影響を明らかにすること目的に除・間伐試験を行っており、その一環として実生によるテリハボクの生育状況について調査したので報告する。調査にあたっては、北大東村役場経済課の職員にご協力を頂いた、記して感謝申し上げる。

## 2. 調査地及び調査方法

### 1) 調査地

北大東島は、沖縄本島から東方へ約360kmの太平洋上にある南北に短い鈍三角形の島で、面積は13.1km<sup>2</sup>、地質は隆起石灰岩が主で土壤は暗赤色土である。島の周囲は、高さ5~10m内外の断崖に囲まれており、石灰岩による岩礁地帯となっている。内陸部は、環状の高原地域と内側の盆地に分けられ、その境界は幕のように礁壁が取り囲んでいる。

調査地は、北大東島の南側で海岸線からは、道路を挟んで約200m離れた箇所である。(図-1、-2) 防災林事業により、幅30m、長さ約300mの防風ネットが帯状に施工されており、内部は植栽樹が横に3列配置されている。樹の大きさは10m×10m、1樹当たり100個の植付け穴がある。植栽樹種はモクマオウとテリハボクである。

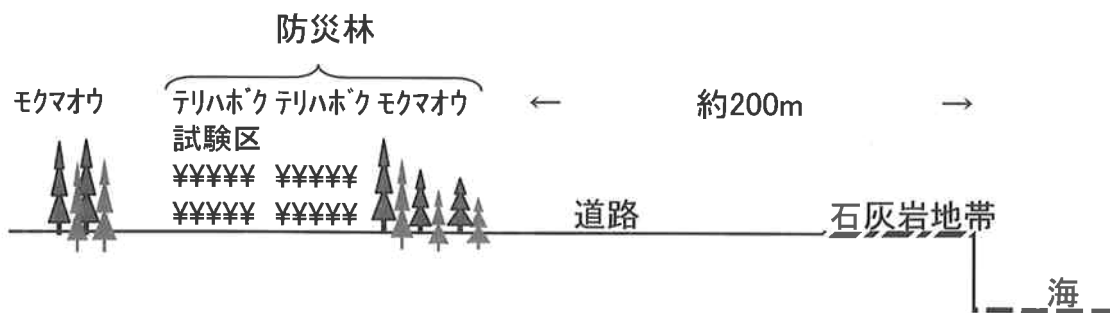


図-2 横断面図

配置は、海に面した前列がモクマオウ、後方2列はテリハボクとなっている。調査地は平成17年9月4日に接近した台風14号により被害を受けており、防風ネットは、強風（最大瞬間風速55.6m、南大東島観測）により部分的に破損し、支柱等の損傷が見られた。植栽樹種のモクマオウは、樹高が5～6m程度でテリハボクより成長が良いが、幹や枝の枯損が多く、全体に乾燥し白色化している。3月の調査の時に大部分が損傷していたが、今回の台風により枯損が進み、再度の植栽が必要と思われる状況になっている。また、テリハボクは上部の葉が飛散し、幹の先端部が約30～50cmほど枯損し、枝の一部も枯損している。

## 2) 調査方法

調査は、平成17年3月と9月に実施した。測定項目は、樹高、胸高直径、生育本数である。調査箇所は、前述の防災林事業地でテリハボクが植栽された箇所のうち、後列の連続する6プロット（以下無施業区）を選定した。また、平成15年7月に南部林業事務所が試行的に施業（1本仕立て）を実施したプロット（以下施業区）が、列の延長上にあることから、その中から2箇所を選定し成長を比較した。無施業区は平成10年、施業区は平成11年の防災林事業地である。

## 3. 結果及び考察

### 1) 無施業区

無施業区の生育状況は、表-1のとおりである。樹高は、3月の平均が223cm（206～248cm）、9月の平均が238cm（213～271cm）と春先から夏場までの6ヶ月で15cm伸長している。これをプロット毎にみるとP1:12cm、P2=P3:7cm、P4:17cm、P5:27cm、P6:23cmとなりP5、P6の成長が大きい。

胸高直径は、3月平均が2.9cm（2.5～3.2cm）、9月平均が3.1cm（2.7～3.5cm）と0.2cm増加している。プロット毎の生長量は、P1:0.3cm、P2=P3:0.2cm、P4:0.1cm、P5:0.5cm、P6:0.3cmでP5が樹高と同じく成長がよいが、有意差はなかった。

また、1プロットに100個ある植付穴のうち稚樹が生育している穴数は、平均98個（96～100個）と枯死（生育本数無し）数は少ない。

1穴当たりの生育本数を見るとプロット平均で2.7本（2.3～3.1本）となり、当初の蒔き付け数4～5粒（22g）からすると5年で3～4割減少していることになる。プロット毎の生育本数について、分散分析を行ったところ有意差（5%）があり、競合が生じている。

表-1 無施業区の樹高・胸高直径・生育穴数

								単位: cm	
プロット		P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	平均	備考
樹高	3月	214	206	214	214	240	248	223	
	9月	226	213	221	231	267	271	238	
	差	12	7	7	17	27	23	15	
胸高直径	3月	2.8	2.5	2.8	2.8	3.1	3.2	2.9	
	9月	3.1	2.7	3.0	2.9	3.6	3.5	3.1	
	差	0.3	0.2	0.2	0.1	0.5	0.3	0.2	
生育穴数	3月	98	99	97	100	96	98	98	
	9月	98	99	97	100	96	98	98	
平均生育本数									生育本数
(本/穴)		2.7	2.9	2.5	3.1	2.3	2.9	2.7	は3月調査

## 2) 施業区

施業区の生育状況は、表-2のとおりである。樹高の3月の平均は222cm (219~224cm)、9月の平均が223cm (222~224cm)と1cmの伸長量しかなく、樹高がほとんど変わっていない。

計測は、テリハボクの上部の枯損部分を除外して行っているが、林分全体では、枯損部分が40~50cm程度見られたことから、潮風害による影響を強く受けていると考えられた。

胸高直径は、3月の平均が3.1cm、9月の平均が3.4cm (3.3~3.4cm)と0.3cmの増となり成長量は少ないが、増加傾向が見受けられた。なお、P1とP2間では胸高直径の差は0.1cmで、差はほとんど生じていない。また、植付穴数のうち稚樹の生育している穴数は平均100個 (99~100個)とP1で1個の減があるだけで3月と9月ともに、枯死の発生はなく、台風による幹折れや根あがり等の被害は見られなかった。

## 3) 無施業区と施業区の比較

3月の無施業区と施業区を比較すると、樹高は、無施業区が平均223cm、施業区が平均222cmとほぼ等しく、胸高直径は無施業区平均2.9cm、施業区平均3.1cmと施業区が若干大きい。胸高直径の差は、密度効果により生じたものと考えられた。植付穴数は、無施業区平均98個、施業区平均100個とどちらも枯死は少ない状況であった。次に、9月の無施業区と施業区を比較すると、樹高は、無施

業区が平均238cm、施業区が平均223cmと無施業区が平均して15cm大きくなり差が開いている。胸高直径は無施業区平均3.1cm、施業区平均3.4cmと施業区が無施業区より少し大きく、差は0.3cmであった。植付穴数は無施業区平均98個、施業区平均100個と3月と変わらず、施業区、無施業区共に倒木や幹折れ、根あがり等の台風による被害は見られなかった。

施業区と無施業区を比較すると、樹高は、施業区の成長が悪く、あまり伸長が見られなかった。これは、1本仕立てにすると台風等強風時に風当たりが強く、葉の飛散や枝の枯損による枯れが発生しやすくなることが原因として考えられ施業の難しさを示している。しかし、テリハボクの枯損は発生したが枯死はみられなかったこと、根上がりや幹折れはなかったこと、施業区は1本仕立て後20ヶ月経過していること等から、台風後もある程度の樹勢の回復があり、生育は低下するも損なわれなとと考えられた。

施業の課題として、台風や季節風の影響を小さくし、樹勢の速やかな回復を図る方法を検討する必要がある。

## 4. おわりに

北大東島で実施しているテリハボク防災林の生育状況をまとめると次のとおりである。無施業区のテリハボク林は、実生後数年では、競合し、密度効果が生じはじめていると考え

表-2 施業区の樹高・胸高直径・生育穴数 単位：cm

プロット		P-1	P-2	平均	備考
樹高	3月	224	219	222	
	9月	224	222	223	
	差	0	3	1	
胸高直径	3月	3.1	3.1	3.1	
	9月	3.3	3.4	3.4	
	差	0.2	0.3	0.3	
生育穴数	3月	99	100	100	
	9月	99	100	100	

られた。また、1穴当たりの生育数は、平均で2.7本となり当初の蒔き付け数4～5粒からすると3～4割減少している。

施業区では、潮風害による影響を強く受け、枯損が発生するなど樹高成長に与える影響が大きいと考えられた。生育数は施業区、無施業区とも変化は無く、枯死や幹折れ等は生じていなかった。

調査地は、離島で毎年のように台風の襲来をうける等生育環境は厳しい箇所である。現在、施工後、数年程度しか経過していないことから、施業効果を確認するためには、今後とも継続して調査を実施する必要がある。

## 引用文献

- 1) 沖縄県の治山事業（民有林） 沖縄県農林水産部森林緑地課 平成18年3月
- 2) 北大東島における飛塩分布と海岸林について 平田功ほか 研究報告 No37 H6

# 豚人工胃液および牛ルーメン液に対する マツノザイセンチュウの動態

伊禮 英毅・喜友名 朝次・鈴木 直人\*

## 1. はじめに

沖縄県では、保全対象松林を中心に松くい虫（以下、松くい虫とはマツ材線虫病のことをいう）の防除事業を展開しているが、防除時に発生する大量の松くい虫被害木について、その有効活用が求められている。こうしたなか、畜産では、糞尿処理、悪臭対策や牛豚のストレス軽減対策としてオガコ敷料（以下、オガコ）の利用が推進され、オガコ需要の拡大が予測されていたことから、松くい虫被害木をオガコとして利用することに期待が寄せられた。

しかし、BSE（牛海綿状脳症）等の問題で食の安全に対する関心が高まるなか、マツノザイセンチュウ（以下、線虫）を含むオガコを牛や豚が食した時の安全性が懸念され、利用促進を妨げる一因となっている。

そこで、松くい虫被害木のオガコ利用の促進を図る基礎資料を得る目的で、豚人工胃液内および牛ルーメン液内における線虫の動態を調査した。

なお、今回の調査にあたり、豚人工胃液の作成方法や豚の消化機構等についてご助言、ご教授頂いた、独立行政法人九州沖縄農業研究センターの梶雄次氏、牛ルーメン液をご提供頂いた沖縄県畜産試験場大家畜研究室の皆様には深く感謝申し上げます。

## 2. 調査方法

### 1) 豚人工胃液に対する線虫動態

供試線虫は、押麦培地を用い、糸状菌 (*Botrytis cinerea* Pers) 上で2週間以上培養したものを使用した。培養線虫を培養培

地ごとよくかき混ぜ線虫培地とし、線虫培地の線虫を3,178頭（5サンプルの平均/0.1g）に調整した。

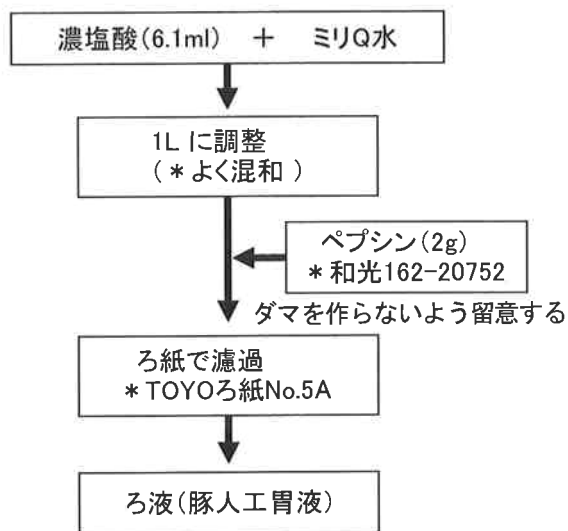
線虫動態調査には、線虫培地0.1g に対し、0.2%ペプシン0.075N 塩酸溶液<sup>1)</sup>（以下、豚人工胃液）を2ml 加え、軽く攪拌した線虫懸濁液を供した。線虫懸濁液を豚の体温と同程度の37.0℃恒温条件下で保管し（写真-1）、保管後、1時間、2時間、3時間、6時間、12時間、24時間、以後は1日おきにベルマン法（25℃、24時間抽出）で線虫を抽出、生線虫数および死線虫数（以下、死線虫とは、線虫の形態を留めた死亡線虫のこと）を計測した。調査は、生線虫が確認できなくなるまで継続した。また、対照区は、線虫培地0.1g に対し、蒸留水2ml を加え、同様に調査した。ただし、対照区の線虫培地の線虫は、4,347頭（5サンプル平均/0.1g）である。

なお、豚人工胃液の調整法については、図-1のとおりである。



写真-1 豚人工胃液に対する線虫動態調査

\*沖縄県畜産試験場



図一 豚人工胃液 (1L) の調整法

懸濁液を供した。線虫懸濁液を牛の体温と同程度の38.5℃の恒温条件下で保管し、保管後、1時間、2時間、3時間、6時間、12時間、24時間、以後は1日おきに生線虫数および死線虫数を計測した。調査は、生線虫が確認できなくなるまで継続した。また、対照区は、線虫液1mlに対し、蒸留水1mlを加え、同様に調査した。

なお、牛ルーメン液は、沖縄県畜産試験場で飼育されている乳牛の第一胃から2003年6月16日に採取したものを、その日で線虫動態調査に供試した。

### 3. 結果および考察

#### 1) 豚人工胃液に対する線虫動態

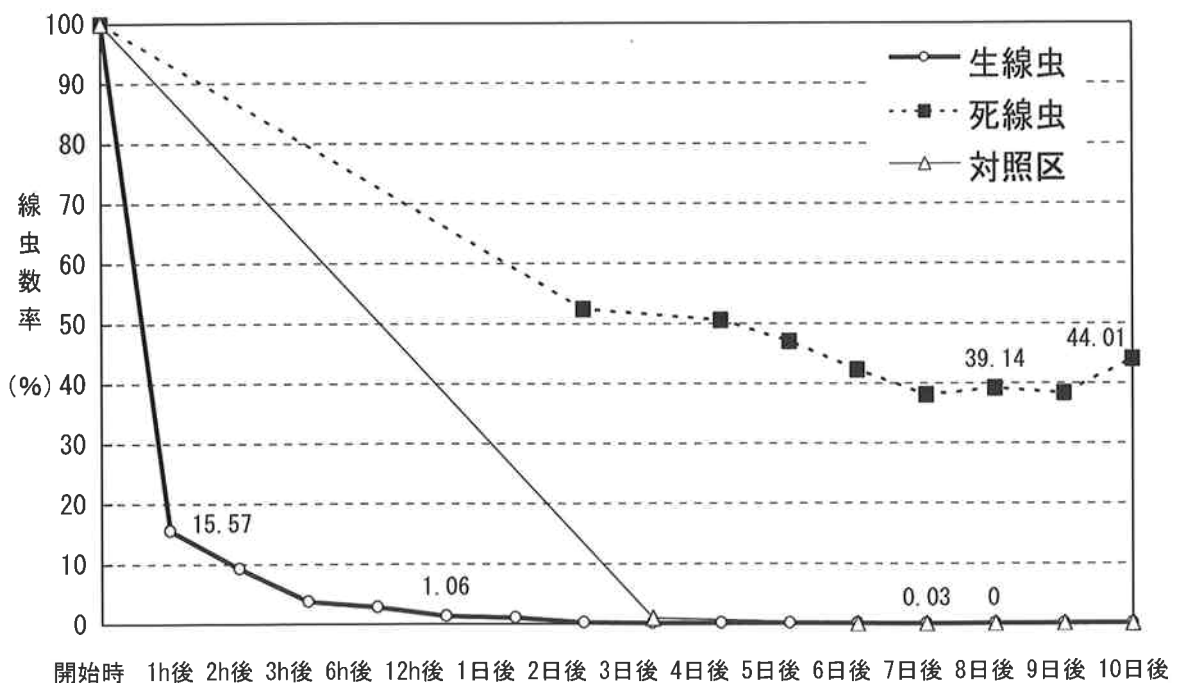
調査開始時の生線虫数3,178頭（ただし、対照区は4,347頭）を100とした、豚人工胃液での線虫動態を図一2に示した。各時点での線虫数率は、5サンプルの平均である。

豚人工胃液では、1時間後に生線虫は当初の15.57%まで減少し、1日では約1%まで減少した。しかし、7日まで少数の線虫は生存し続け、8日後に生線虫は確認できなかつ

#### 2) 牛ルーメン液に対する線虫動態

供試線虫は、豚人工胃液に対する線虫動態調査同様の手法で培養した線虫を使用した。ベルマン法（25℃、24時間抽出）で抽出し、線虫液の線虫を111頭（3サンプルの平均/1ml）に調整して使用した。

線虫動態調査には、線虫液1mlに対し、牛ルーメン液1mlを加え、軽く攪拌した線虫



図一2 豚人工胃液に対する線虫動態

た。

豚人工胃液の pH は、試験開始時が pH 1.25であり、1日後が pH1.95、8日後は pH 3.0であった。このことから、線虫のなかには強酸性下でも数日間生存可能な個体が存在することが明らかとなった。

死線虫については、生線虫が確認できない8日後でも約40%確認された。また、線虫の形態を完全にとどめていないものの、線虫と思われる死亡個体が多数確認されたことから、豚人工液での線虫の分解には時間がかかるものと考えられた。

線虫では、体皮の最外層の角皮はケラチンに似た物質を含んでいる<sup>2)</sup>ことが知られている。ケラチンはタンパク質の一種であるが、タンパク質分解酵素の作用を受けにくい性質がある。豚人工胃液内で生線虫および死線虫が長い時間確認された理由として、豚人工胃液に含まれるペプシン（タンパク質分解酵素の一つ）による酵素分解が促進されなかったためと推察された。

一方、対照区では、3日後には0.94%に減少し、6日後には生線虫を確認することがで

きなかった。

細菌は、自活性線虫の餌になるとともに、一部の細菌は、線虫に寄生して密度を下げる<sup>4)</sup>ことが知られている。豚人工胃液より対照区で生線虫が早く確認されなくなった理由は明らかでないが、対照区では、線虫の体皮あるいは内部に寄生した微生物が線虫の密度減少に関与したのに対し、強酸性の豚人工胃液では、微生物の関与が抑制されたことが、一因として推察された。

## 2) 牛ルーメン液に対する線虫動態

調査開始時の生線虫数111頭を100とした、牛ルーメン液での線虫動態を図-3に示した。各時点での線虫数率は、3サンプルの平均である。

牛ルーメン液では、1時間後に生線虫は当初の4.8%まで減少し、3時間後に1.2%、6時間後に確認できなかった。また、死線虫については、生線虫が確認できなくなった12時間後でも20~30%確認されたが、その後減少し、6日後には確認できなかった。

一方、対照区の生線虫は、3日後には10.2

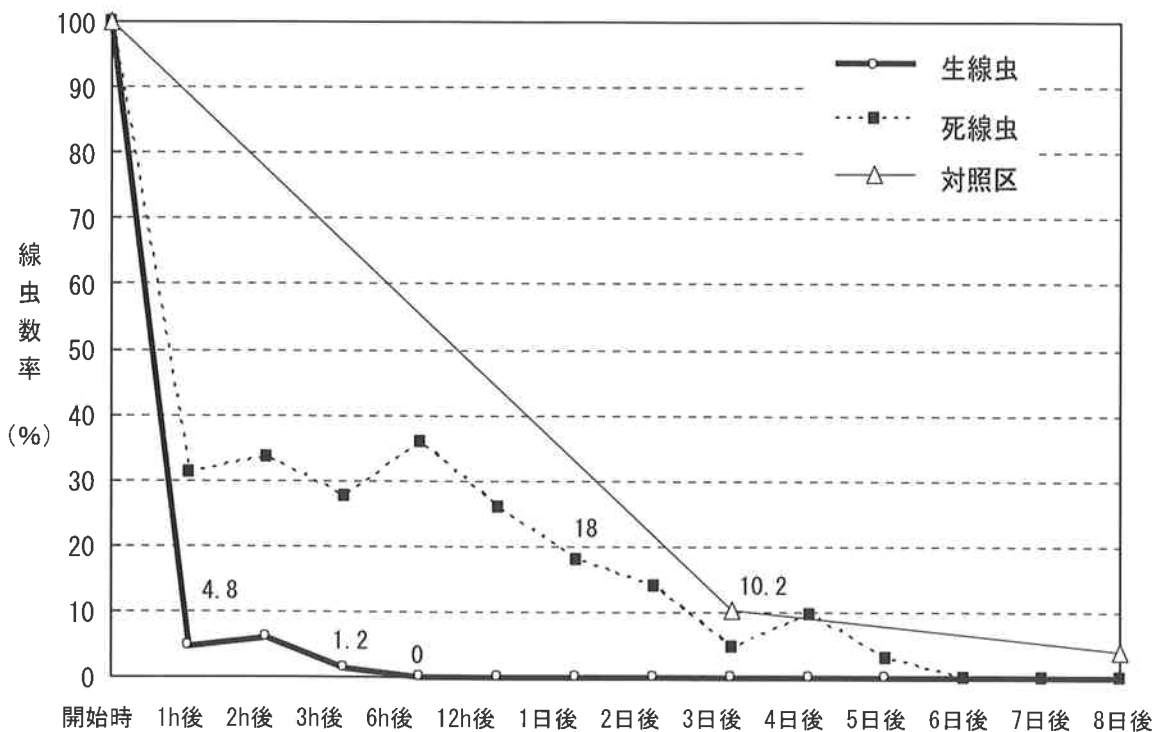


図-3 牛ルーメン液に対する線虫動態

%まで減少していたが、8日後でも4.1%確認された。

牛の胃内には多数の微生物（細菌、真菌、原生動物など）が共存している<sup>3)</sup>ことが知られている。対照区より牛ルーメン液で線虫が早く確認されなくなった理由として、牛ルーメン液内の微生物が、線虫密度の減少に関与したものと推察された。

豚や牛の消化管内では、飼料が口腔内に摂食され、糞として排出されるまでに、1) 消化管運道による磨砕、攪拌、輸送などの機械的作用、2) 消化液または微生物の分泌する酵素による分解などの化学的作用によって消化が行われる<sup>3)</sup>ことから、本調査は、豚や牛が線虫を含むオガコを食した時の線虫動態を必ずしも的確に反映しているものではないが、今回の調査結果から、線虫を含むオガコを豚や牛が食した場合、豚よりも牛で線虫は早く消滅するものと考えられた。

ただし、本調査は、豚人工胃液および牛ルーメン液に対する線虫動態を明らかにしたものであり、牛や豚に対する線虫の安全性を検討したものではない。

#### 4. まとめ

- ①豚人工胃液では、1日で大半の線虫が死亡した。しかし、ごく少数の線虫は生き残り、生線虫が確認されなくなったの8日後だった。
- ②牛ルーメン液では、1時間で大半の線虫が死亡し、6時間後には生存線虫が確認されなかった。

#### 5. 引用文献

- 1) AOAC OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS、Pepsin Digestibility of Animal Protein Feeds、(1990)、P78-79
- 2) 横尾多美男、線虫のはなし、日本林業技術協会、(1966)、P8
- 3) 津田恒之、改訂増補家畜生理学、養賢堂、(2001)、P146-165
- 4) 真宮靖治、線虫学実験法、日本線虫学会、(2004)、P48