



以天然藥劑防治衣魚的新策略

文、圖 ■ 賴婉綺 ■ 國立中興大學森林學系研究生

張上鎮 ■ 國立臺灣大學森林環境暨資源學系教授

王升陽 ■ 國立中興大學森林學系助理教授（通訊作者）

一、前言

昆蟲一直是木質或纖維材料文物維護上令人相當頭痛的問題，特別是牠們對於書籍、文物、纖維類製品造成之損害，通常要經過一段時間後才會被發現，此時若要尋求補救常為時已晚。衣魚（silverfish）也是居家環境中常見的害蟲之一，牠具有咀嚼式口器，常從纖維製品表面和邊緣咬食造成破損，同時留下黃色之污漬和黑色的排泄物。此外，已有許多的研究報導指出，衣魚亦為人類過敏原之一，其鱗片或其他排泄物會引起人類的過敏反應。

海島型氣候的臺灣非常適合衣魚之生



▲ 成齡之衣魚。

長，因此我們常在居家環境中發現衣魚的蹤影，以及其危害纖維製品或紙質文物之痕跡。近年來，一些昆蟲學家希望能以降低濕度、提高溫度、冷凍法或低氧處理來控制衣魚之生長、繁殖；另外，部分學者則主張採用化學藥劑來防治衣魚，雖然這樣的策略可達到不錯之效果，但是藥劑殘留的問題，極可能對人體健康有所影響。此外，藥劑處理於操作時常有所限制（如需要加壓、燻蒸等特殊處理），因此不一定適合所有場所。同時隨著環保意識的抬頭，由自然界尋求可令生物自行分解，或對環境較無影響之殺蟲劑或昆蟲忌避劑來防治害蟲，已成為目前十分受到重視的研究主題。

基於上述前提，我們的研究團隊近年來的研究重點之一，即是在不違背環保的要求下，積極從臺灣豐富的森林資源中，尋求天然的環境保護藥劑，包括抗腐朽菌、抗白蟻、抗蝨、防蚊等。經搜尋後發現，截至目前為止，全世界的科學研究文獻中，無任何以天然藥物來防治衣魚的報導。經過我們不斷的努力，目前已成功地建立了實驗室衣魚

的培養、繁殖系統，以及評估衣魚忌避及致死試驗的試驗平台，利用這個研究系統證實柳杉 (*Cryptomeria japonica*) 造林木之針葉精油，具有極佳的抗衣魚活性，部分的研究成果已被國際J. Wood Sci (SCI) 期刊接受刊登，為使國內讀者進一步地認識衣魚，以及如何研發抗衣魚之天然環保藥劑，我們乃利用本文介紹衣魚及其生活史、傳統之衣魚防治法，以及我們所開發出的試驗方法與成果。

二、衣魚的生活史及其習性

衣魚為相當原始之昆蟲，早在距今約28億年前的泥盆紀，就已經出現於地球，其外觀至今並無太大之差異。就其分類地位而言，衣魚為昆蟲綱 (Insecta) 之無翅亞綱 (Apterygota) 中總尾目 (Thysanura) 之衣魚亞目 (Zygentoma) 原始無翼之昆蟲，全世界約有400種，臺灣有4科，即毛衣魚科 (Lepidotrichidae)，衣魚科 (Lepismatidae)，光衣魚科 (Maindroniidae)，土衣魚科 (Nicoletiidae)。

最常見之衣魚為普通衣魚 (*Lepisma saccharina*)，即是我們日常所見的衣魚，英文名為silverfish，字義上來看即為銀魚，這是因為衣魚體表密披鱗片而成銀灰色或銀白色，故以此名稱。衣魚體長約為5~30 mm，柔軟，具金屬光澤，呈紡錘形，略狹長，背腹扁平，胸節之腹板前端寬大，下腹節之腹板則漸漸變窄，頭為半圓形，多為單眼，複眼退化，其觸角絲狀或念珠狀；足3對，足末端有爪，可幫助衣魚於粗糙表面爬行，但不



▲於實驗室人工飼養繁殖的衣魚成蟲。

利於光滑表面之爬行；口器原始且為外生式，具咀嚼功能，有嗉囊可磨碎較強硬的食物，另具有可分解纖維之酵素，以方便衣魚分解食物，具有中央尾絲及尾鬚一對，雌蟲第8、9節腹板各具一對突刺，且另具一彎曲之長棒狀產卵管，雄蟲外生殖器在第9腹節有一對不分節、可活動之生殖器側突，二者間不分節，頂端為棒狀，在生殖器之側面具有腺毛區，會分泌一些絲狀物質，目的為傳遞精胞，雌蟲接受精胞後會將內含之精子傳送至受精囊中。

衣魚的雌蟲一生可產下約50~150顆卵，產卵習慣為隨機且藏匿於隱蔽處。而未交尾之雌蟲仍可產下5~10顆卵，初生之蟲卵呈乳白色略透明且柔軟，逐漸成熟後，顏色轉為黃色、黃褐色且較為緊實，其卵期約為19~43天。衣魚卵的孵化受到環境（尤其是溫度及濕度）之影響，適宜的孵化溫度為22~32℃，相對濕度為50~95%。幼蟲外表呈白色，體長約2 mm，衣魚之幼蟲與成蟲外觀上並無差異，屬於無變態之昆蟲。在幼蟲變為成蟲之階段，一年蛻皮約30次以上，且



牠們會吞食自己蛻下之外殼，一般衣魚之壽命大約為2~3年。

衣魚白天習慣藏匿於隱密處，喜於黑暗中活動，多數躲藏於涼爽之處，常見於博物館、美術館或居家中收藏文物、資料之櫥櫃中，或新建築、浴室、臥室、衣櫃等。衣魚為雜食性昆蟲，食物來源種類繁多，如糖類、穀類、各種之紙製品或澱粉、漿糊等裱褙之材料和書籍膠合處之黏著劑，以及穀類、高蛋白等，牠們也可以在無食物來源、缺水的情況下生存300天以上，因此在防治上相當困難。

三、衣魚之防治方法

目前為止，多採用化學藥劑、降低濕度、提高環境溫度或使用低氧等之處理方式來防治衣魚，茲將現有防治衣魚之方法簡要介紹如下：

(一) 改變適合衣魚生長的环境

誠如前述，衣魚偏愛低溫、高濕的生活環境。因此，為降低衣魚的危害，可以盡量保持居家環境或文物保存處之乾燥，並稍微提高環境的溫度即可。

(二) 化學藥劑處理

利用藥劑處理為現今常見之處理方式，依照使用化學藥劑特性之不同，又可將處理方法分為：燻蒸法、揮發法、噴灑法、誘食法。而不論使用何種方法皆要考慮對文物之影響，例如是否會造成變質、劣化等。表1為常使用於防治衣魚之化學藥劑。

表1 常用於防治衣魚之化學藥劑

藥劑名	藥劑名
Acephate	Hydramethylnon
Bendiocarb	Lambda-cyhalothrin
Beta-Cyfluthrin	Malathion
Bifenthrin	Permethrin
Boric acid	Propetamphos
Carbaryl	Pyrethrins I
Cypermethrin	Pyrethrins II
Deltamethrin	

(三) 真空保存及配合藥劑燻蒸處理

雖然目前並沒有專門討論以特殊技術來防治衣魚的報導，但一些針對一般昆蟲的防治技術已經被廣泛地應用，我們認為此法可以運用於防治衣魚。阻隔氧氣是一項較簡便且安全的方法。隔氧處理又因器材設置需求之不同與用途不同，其處理方式也有所差異，一般處理方式是在密閉空間內或保存文物處，充填入氮氣或置入脫氧劑，降低空間內含氧之濃度，達到抑制及除蟲之目的。在楊時榮的報告中（書苑季刊38：61 - 66）曾指出，可將低氧處理文物分為封存典藏與燻蒸除蟲。

1. 封存典藏

封存典藏適用於使用率甚低之文物保存，像是繪畫或書法等文物較為適合，如果是使用率較頻繁之文物則不適用，如圖書館中藏書，原本就為借閱專用，若封存典藏則不符設立圖書館之目的。

封存典藏之方法須選用具有透氣、透濕性低及透明性高之密閉袋，使袋內保持無氧及一定濕度之狀態。將欲保存之文物置入密

閉袋中，計算袋中空氣量，放入脫氧劑（內含鐵粉、氯化鉀）和含氧濃度指示劑後，密封袋口，袋中氣體如亞硫酸、氯化氫、氨、二氧化碳等於數小時後可降至1 ppm以下，而含氧濃度於24小時之內便可降至0.1%以下，接下來的步驟為觀察含氧濃度指示劑，若持續並長時間保持低氧狀態，那麼在溫度25°C和確實密封之狀況下，此低氧狀態下可維持10年以上。

2. 燻蒸除蟲

以往除蟲時採用燻蒸法，多數是使用化學藥劑為除蟲藥劑，但是擔心具有殘留之毒性，可能對環境或文物、人類的健康造成傷害，因而尋求更有效且無毒性殘留之除蟲方法，希望可以降低使用化學藥劑的量，並避免可能造成之傷害。使用真空充氮處理時所需之設備為真空容器、真空泵、氮氣鋼瓶、氧氣減壓閥、單向氣流電磁閥及DDC—電磁真空帶充氣閥等，處理過程之溫度設定為0~30°C、相對濕度35~85%；真空度容器容積為1.25 m³；容器耐壓為12 kg / cm²；道管接口真空度10⁻²毫巴；容器真空度5×10毫巴左右。除蟲之步驟如下：首先，啟動真空泵將真空容器抽至真空狀態2小時，內部含氧濃度為0.2%以下，昆蟲處於缺氧時，體內水分開始外溢且嚴重脫水，然後再灌入氮氣並且保持壓力在1.6 kg / cm²之內，壓力加大會使得昆蟲體內細胞被破壞得更完全，因而加速昆蟲之死亡時間，將此條件持續60小時後，即可將成蟲、幼蟲或蟲卵全數消滅。此

法安全且對紙張、繪畫或書法等之影響較低，只是設備費較昂貴且使用不易。

(四) 環保型天然衣魚忌避 / 殺蟲劑之開發

近年來使用植物精油作為防治害蟲藥劑的研究報告有越來越多的趨勢，精油是多種成分之混合物，具有相當多的用途且已被廣泛地利用，如醫療、保健食品、化妝品，或者是對環境傷害較少之殺蟲劑和忌避劑等等，然而在現今已知之研究報告中尚未將精油或其他天然化合物運用於衣魚之防治。為開發衣魚的防治藥劑，我們乃於試驗室中建立衣魚的培養繁殖系統，從飼料的選擇，以至溫、濕度的控制等，經過實驗，發現利用混合飼料（酵母粉：麥皮：高蛋白=9：9：1）混合紙張纖維，可作為衣魚的培養基，在這樣的條件下，衣魚可自然產卵並孵化幼蟲，表2顯示在混合飼料的培育下，衣魚可在第15天產卵。之後，我們利用柳杉精油做為試驗之

表2 衣魚飼養條件之測試

天數	組別			
	A	B	C	D
1	◎	◎	◎	◎
2	◎	◎	◎	◎
3	◎	◎	◎	◎
15	◎	◎	◎◇	◎
21	◎	◎◇	◎◇	◎
28	◎	◎◇	◎◇	◎◇
35	◎	◎◇	◎◇	◎◇

註1：A：空白組；B：紙纖維；C：紙纖維：混合飼料=1：1；D：混合飼料（麥皮：酵母：高蛋白=9：9：1）。

註2：◎活動力良好；◇產卵。



▲ 衣魚忌避試驗裝置。

材料，於忌避實驗進行的同時，以固相微萃取（SPME）法萃取忌避試驗裝置內之揮發成分，經由氣體層析質譜儀（GC-MS）分析柳杉精油、忌避試驗裝置內揮發成分以及濾紙上殘留未揮發之成分。

忌避試驗結果得知，葉部精油對於衣魚具有極佳之忌避活性，當葉部精油使用量為 $0.01 \text{ mg} / \text{cm}^3$ 時，忌避率為80%。此外，葉部精油使用劑量為 $0.16 \text{ mg} / \text{cm}^3$ 時，衣魚均於10小時內死亡，而柳杉葉部精油對衣魚之半數致死濃度（Lethal Dose, LD_{50} ）為 $0.087 \text{ mg} / \text{cm}^3$ ，此實驗結果證實柳杉葉部精油對衣魚具有忌避及致死之效果，換言之，柳杉葉部精油確實可以控制衣魚之危害，具有發展成對環境較無影響的殺蟲劑及

忌避劑之潛力，因為柳杉精油為植物之天然成分，可開發成符合環保需求之防蟲產品。

四、結語

不論採用何種方法防治衣魚，主要目的皆是為了維護文物，但在科技發達的今日，我們應檢視現有防治方法之利與弊，然後選擇避免對環境造成傷害的防治方法，因為環境及人們的健康，是現今全球關注的話題。事實上，良好的防治方法既能維護人類文化之結晶，又可維護人類自身的健康和生存之環境。為了對文物保存盡一份心力，本文針對日常生活中常見昆蟲—衣魚之防治方法做一綜合整理，將我們目前之研究成果與學者專家們分享，同時也希望可以提供給從事文物保存及維護有關的人員作為參考，並對衣魚之防治有所貢獻，使人類生活之文化及智慧的結晶得以延續並傳承，更希望開發台灣主要造林樹種—柳杉的利用潛力，增加其經濟價值。🌱

* 謝誌：感謝林務局提供研究經費（94農科-11.2.2-務-e1），謹致謝忱。