

防治金龜子類之研究¹

柳支英² 何彥琚³

凡在廣西留心園藝害蟲者，必知有金龜子一物。每逢春夏之交燠熱之夜，結伴而出，成千成萬，滿坑滿谷。其行踪所至，往往於一夕之間，園圃瞬成廢墟，山林爲之變色。因其來也均在夜間，其去也匿跡土中，故本省農民常呼作夜魔蟲。舉凡梨、梅、無花果、豆菽、烏柏、油桐、大豆、花生、玉米、棉作、烟草，甚至芭蕉、蓖麻，靡不受其荼毒，而以梨類爲尤甚。據在沙塘五年之觀察，自三月至六月間，梨葉來復受害，在此期間梨樹幾無生長可言。直至七月以後，此夜魔威脅始告解除，梨樹乃如大病之後，重新抽葉，徐徐恢復。

作者鑑於金龜子之猖獗以及果農之束手無策，乃於一九三八年開始觀察，一九四〇年作防治試驗，在研究期間多承不列顛自然歷史博物館鑑定梨金龜子類之學名，廣西大學農學院劉同驥教授允撥其試驗梨園作爲研究防治之用，並蒙李永禱先生繪圖，謹此深誌謝忱。

一、梨金龜子之種類與其形態

據在沙塘夜間採集結果，我人獲悉爲害梨類之金龜子共有五種，茲特分述其形態如下：

(一)小棕金龜子 *Apogonia* sp. 體長 6.5—7.3 公厘，寬 4.3—4.8 公厘，體色褐至黑褐而具光澤，上唇基片(Clypeus)新月形，具深大點刻，與額(Frons)交界線呈極微之浪紋。額，頭頂(Vertex)與後頭(Occiput)之合長約爲上唇基片之 2—5 倍，疎佈較淺小之點刻。觸角片狀部較中間部與柄節之合長爲短。前胸背片之兩側強圓，疎佈較淺小之點刻，惟前緣光滑而乏點刻，成一狹帶。稜狀片心臟形，有極少之淺小點刻，甚至付之缺如，故較爲平滑。翅鞘背面滿佈深大刻點，而以中央部份爲尤甚，往往二三點刻互相併合。各翅鞘均有四條光滑縱線，一爲前緣，一爲後

1. 本稿於一九四四年完成。

2. 前任廣西農事試驗場技正，現任浙江大學教授。

3. 現爲廣西農事試驗場技正。

緣，一在離中央線三分之一處，極為顯著，另一位於三分之二處，隱約難辨。前後兩足之基節與轉節密生黃毛，後胸腹片上亦稀生黃毛略成半圓形。各足之脛節與跗節密生黃色長毛。各腹節腹面密佈深大點刻，惟向中央部漸漸減少，點刻略呈一行，各點刻具一細毛，尾節呈鈍圓雞心形，密佈深大點刻，肛門附近黃毛特多而長。本蟲僅知分佈於廣西。

(二)毛金龜子 *Apogonia pilifera* Moser 體長 8—8.6 公厘，寬 4.9—5.4 公厘，體色褐至濃褐，惟因反射關係，全體呈鐵青至古銅色。全體密佈深大點刻與黃色長毛。上唇基片新月形，與額交界之處缺乏明顯之線。觸角之片狀部較中間部與柄節之合長為短。前胸背片之兩側強圓。稜狀片心臟形，毛與點刻不亞於前胸背片，翅鞘點刻愈密，毛亦愈多。在離中央線四分之一與四分之二處有二條隆起縱線，清晰可辨。各足暨胸腹各節均密生黃毛，尾節雞心形，肛門附近之毛尤長。本蟲為我國原產。

(三)黑褐金龜子 *Apogonia cribricollis* Burmeister 體長 7.9—10.1 公厘，寬 4.7—6.0 公厘。全體黑褐光滑而帶紫色光彩。頭部背面密佈深大點刻，上唇基片新月形，與前頭交界之處呈波浪紋，其中央部份顯著凹入。後頭分明隆起。觸角之片狀部黃褐，且較濃褐之中部與柄節為短。前胸背片之兩側呈強圓，點刻較頭部為密而略小，全面呈顆粒狀，其前緣為一平滑之狹帶。稜狀片心臟形，除中央縱線部份外，亦有密集之點刻。翅鞘之點刻大而疎亂，與前胸之小而密集者不同。翅鞘除前後緣均有平滑之線條外，約離中央會合線三分之一及三分之二處，尚有兩條平滑之線，清晰易見，各足與身體腹面疎生黃毛，而以前胸側板，後胸側板與後胸腹片之前緣及外側為較密。第一二三腹節腹片除中央部份外，毛亦甚密，中以肛門附近之毛為最長最密，視之似一毛簇。本蟲廣佈於我國之福建香港廣西以及越南之東京。

(四)闊脛褐絨金龜子 *Autoserica japonica* Motschulsky 體長 7—10 公厘，寬 4—6 公厘。體稍長橢圓而帶褐色天鵝絨光澤。觸角成自十節，雄蟲之片狀部與他部略同長，雌性則稍短，上唇基片之點刻略粗而密中央縱部稍隆起，前緣稍凹而向上翻，具有短密之毛。額與上唇基片之界線分明，呈凹圓形。自此線而後，點刻細小而疎，前胸背片亦然，其兩側具疎而長之毛一列，與翅鞘之前緣相同。稜狀片橢圓形，末端較鈍。上具細小點刻，翅鞘之線條分明，各溝具有一列細小點刻，溝間部徐徐隆起，散佈不規則之細小點刻，體之腹面亦有細小點刻，而前胸腹片之毛尤長而密，前足腿節之毛較他足為長密，後胸腹片與前基節片除中央縱線與兩側外，毛

尚多密。後足基節之背簇生短毛，後足脛節幅廣，其最寬處約爲後腿三分之二，腹節片各具短毛一列，尾節爲廣三角形，末端略有稀長之毛。本蟲廣佈於吾國之浙江廣西台灣以及朝鮮與日本。

(五)黑褐絨金龜子 *Autoserica* sp. 體長 7 厘左右，寬 5 厘內外。體橢圓而帶黑褐色天鵝絨光澤。觸角之片狀部與他部同長或較短。上唇基片斜長方形有光澤，前緣中央略凹而向上翻，其點刻比任何其他部份爲粗密。與額所成之界線分明而凹圓(Concave)，額與頭頂之中央縱部稍隆起，前胸背片之兩側具稀疏之毛。稜狀片長盾形。點刻較前胸背片稍粗而略稀。各翅鞘線條分明，溝之中側密佈細小點刻，隆線中央並無點刻，鞘側具極短之毛一列，身體腹面具細密點刻。散生之黃毛較前種爲短少，前足基節與腿節上之毛較他足爲長密，後胸腹片與前基節片之毛遠不如前種之多而長，後腿最寬處約爲後脛節之 1.5 倍。各腹節腹片有橫行短毛一列。尾節廣三角形，光滑無毛，易與前種鑑別。本蟲分佈於廣西。

二、金龜子類成蟲之習性寄主及發生情形

爲害梨樹金龜子種類既如前述，然則此五種金龜子之食性若何，孰多孰少，以及何時發生，在研究防治之前，必需明瞭，茲將數年來觀察所及，分述於後。

五種金龜子之成蟲均以梨葉爲其食料，沙梨(*Pyrus serotina* Rehder var. *culta* Rehd.)雪梨(*Pyrus nivalis* Tacq.)咸遭其害，黃昏時往來飛翔於園中，黎明匿身於根株附近之土中。其爲害梨樹也或嚙去葉之一部，或全葉被食殆盡，甚至中脈葉柄一併吞下。如葉之一部被食，則其受侵部份之鄰近組織，先呈黑褐，逐漸擴大，其甚者所餘部份全變黑枯而死。除嗜葉片外，葉芽與葉柄亦可受侵。

除梨樹以外，五種金龜子之食性均頗複雜。小棕金龜子之寄主包括菜豆、豇豆、棉作、花生、玉米、大豆、芭蕉、烟草、蓖麻、無花果、烏柏、甚至金魚草，尤嗜花生、烟草、菜豆與梨樹。毛金龜子爲烏柏、檣樹、油桐、梅、玫瑰花、佛手及無花果之大敵，而梨、桐檣、烏柏受其威脅最大。黑褐金龜子常以梅、無花果、烏柏、油桐、蓖麻爲食，而對蓖麻與無花果特具好感。闊脛褐絨金龜子爲油桐之主要害蟲，兼襲烏柏梅與無花果。黑褐絨金龜子亦於無花果上見之。

五種金龜子爲害梨樹之程度，孰輕孰重，爲一值得注意之問題，自三十一年起即在發生期間(自四月至七月)進行本項調查，每隔相當時日於黃昏以後至梨園按樹搜捕，然後分別種類，記其蟲數，藉以明瞭各蟲在梨樹損失中所佔之地位。至三

十二年仍繼續進行，共有兩年記錄，茲附錄於下：

表一 梨樹各種金龜子蟲口調查結果

年 別	金龜子總數	各 種 金 龜 子 之 百 分 比 (%)				
		毛 金 龜 子	小棕金龜子	黑褐金龜子	潤脛褐金龜子	黑褐金龜子
1942	3161	44.35	31.83	16.04	7.02	0.76
1943	3377	66.72	28.49	1.83	0.59	2.37

根據上表之結果，我人可知五種金龜子加害梨樹之程度，頗有軒輊之分，而以毛金龜子之威脅最大，小棕金龜子次之，兩者合計在 1942 年約佔全數百分之七十五，在 1943 年則高至百分之九十五。故梨樹受金龜子類之損失，可歸咎於上述兩蟲，其餘三種金龜子飛襲梨樹之數量甚少，故關係較淺，比較言之殊不足道。

至在自然界中，此五種金龜子發生之數目若何，亦為一堪研究之問題，本場自 1939 至 1942 年間，照例於夜間燃點二百支汽燈 (Petromax) 誘集昆蟲。金龜子亦在觀察範圍之內。如我人假定五種金龜子之趨光性程度相若，則歷年所得之數字足以表示本類昆蟲在自然界中之發生數量或蟲口情形。上述之假定當然全屬武斷性質，惟因目前缺乏其他可資比較之數字，故不得不借重誘蟲燈下之記載以作比較之根據云耳。茲將四年誘得各蟲之數目以及其百分數列如下表：

表二 1939—1942年間汽燈誘得五種梨金龜子之百分數比較表

種 類	毛 金 龜 子	黑褐金龜子	小棕金龜子	潤脛褐金龜子	黑褐金龜子	合 計
誘得總數	2524	1241	30025	1115	498	35403
百分數 %	7.13	3.50	84.81	3.15	1.41	100%

此表明示沙塘之小棕金龜子獨多，佔絕大多數，次為毛金龜子，即此兩蟲已在什九以上，雖兩蟲所佔之地位適與梨樹上搜捕所得者相反，惟兩蟲均為自然界中之最多者，同時亦即威脅梨樹之最有力者，乃極明顯之事，易言之，自然界中發生較多之金龜子亦即為害梨樹最劇之種類，足見沙塘梨樹每年屆春夏之交例必禿然無葉，良非偶然也。

上述五種金龜子每年何時盛發，此在防治上非常重要，俾我人可以未雨綢繆，於盛發前有所準備也。

害蟲在某地發生各有其時，雖非絕對不易，要具相當範疇。一般言之形成此“時”者，不外氣象方面之因子。作者曾根據誘蟲燈下所得之蟲數，參以各年之氣象

表三 各年金龜子類發生與溫度之關係(1939-1941年沙塘)

年 份	三 月					四 月					五 月					六 月					七 月					總 數		
	1-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	1-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-4	5-9	10-14	15-19	20-24	25-29	30-4	5-9	10-14	15-19	20-24	25-29				
總 計	945.0	1094.7	1132.4	1700.0	1281.6	1381.7	1376.8	1385.1	1025.6	1810.6	1308.6	2033.5	2178.5	2205.5	2445.8	2507.8	2703.4	2253.2	2955.7	3115.8	3256.0	3201.8	3335.7	2771.0	2816.5	3363.1	4167.0	
瀝粉腐蝕金龜子	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	16.37	48.88	16.08	7.25	0.47	1.18	3.55	0	0.20	0	0.20	0	0	0	0	0	0	510
黑綫金龜子	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	14.23	8.51	23.38	6.50	19.03	0.50	7.22	3.66	3.61	2.63	3.25	4.88	2.03	1.22	0.81	0.31	0	246
毛金龜子	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	23.50	16.20	23.06	15.21	3.02	3.09	8.76	7.56	1.58	0	0	0	0.95	0	0	0	0	217
黑綫金龜子	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	12.58	15.61	17.34	14.16	7.51	6.65	7.90	2.31	4.24	1.73	4.91	0.87	1.73	0.58	0.29	0.38	0	346
小點金龜子	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0.34	6.97	2.50	2.26	48.16	37.29	7.38	3.68	0.63	0.29	0.11	0.01	0.01	0	0	1726
總 計	930.0	997.7	1035.1	1173.4	1277.0	1371.0	1464.4	1570.0	1681.7	1822.0	1915.4	2561.6	2197.5	2265.2	2410.2	2535.0	2570.5	2706.0	2255.0	2978.0	3206.6	3248.1	3296.5	2945.0	2797.2	3363.8	4070.5	
瀝粉腐蝕金龜子	-	-	-	0	0	0	4.55	26.20	1.45	2.09	17.39	1.45	2.50	2.09	2.50	17.39	2.00	4.55	1.45	1.45	7.25	1.45	2.09	1.45	0	0	0	79
黑綫金龜子	-	-	-	0	0.01	4.21	4.82	10.28	4.82	13.85	33.53	9.01	6.00	0.00	1.20	2.41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	136
毛金龜子	-	-	-	0	0.12	7.25	12.61	14.48	27.72	25.22	14.25	4.57	9.32	1.02	1.25	7.57	0.57	0	0.12	0	0.12	0	0	0	0	0	0	811
黑綫金龜子	-	-	-	0	0	0	1.94	29.85	11.41	21.33	13.11	11.16	0.48	1.94	2.67	2.67	2.18	0	0.21	0.75	0	0	0.24	0	0	0	0	412
小點金龜子	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.06	0	3.60	0.06	53.81	29.65	7.17	1.06	5.86	2.45	0.39	0.09	0	0	0	6139
總 計	953.2	1149.0	1213.6	1507.0	1382.6	1488.0	1608.0	1732.6	1845.1	1922.0	2006.0	2737.2	2584.3	2475.8	2622.8	2737.7	2875.4	2703.2	3131.0	3276.4	3425.0	3271.0	3574.4	2800.2	2741.5	3274.0		
瀝粉腐蝕金龜子	8.58	1.53	0	2.81	0	29.10	21.17	13.61	4.16	1.80	0.78	0.94	6.21	0	2.45	0.76	0	0.19	1.15	0.94	0.78	0	0	0	0	0.19	0	729
黑綫金龜子	16.11	0	0	2.71	0	21.05	15.07	5.48	2.74	2.74	0	5.48	10.96	0	5.48	2.74	0	1.37	0	1.37	1.37	0	0	0	0	0	0	73
毛金龜子	0	0	0	0	0	9.85	23.85	11.14	38.35	5.46	0.69	2.78	6.83	0.42	2.02	0.31	0	0	0	0.08	0	0	0	0	0	0	0	1186
黑綫金龜子	0	0	0	0.78	0	1.17	2.72	15.18	3.20	15.85	5.45	8.56	24.51	0.28	0.75	2.00	0.39	0.73	5.89	1.94	0.78	0	0	0	0	0.30	0	257
小點金龜子	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22.79	0.29	47.24	4.86	0.05	8.06	11.70	3.48	0.58	0.03	0.02	0.02	0	0	0	6300

附註 一 表示未發現，故無數字。

記載，探求氣壓氣溫濕度降水量等因子與金龜子發生之關係，其中惟積溫之影響最堪注意，其他似不足道。我人試觀下表，可得數種概念：（1）金龜子類之發生有早遲之別，視種而異，其中尤以潤脛褐絨金龜子發生最早，小棕金龜子為最遲，其他三種介於中間。（2）一九四一年較前兩年為暖和，故是年金龜子類之發生亦略早，一九四二年亦然；惟點燈僅限於三四兩月，故未列入表中。（3）潤脛褐絨金龜子在積溫達一千度左右時即有發生，至三千度時幾已終了，惟因其發生較早，且前兩年三月中均未點燈，故盛期之推測，目前似難噫斷。（4）黑褐絨金龜子與前種相似。（5）毛金龜子在積溫 1300 度左右時即逐漸發生，至 3000 度內外時已屆末期，其盛期當在 1400 至 1900 度間。（6）黑褐金龜子約於 1400 度後開始發生，3500 以下終止。（7）小棕金龜子約在 2100 度後陸續出現，至 3500 度時等於終止，其盛發期當在 2200 度至 3100 度間。此外須加聲明者即點燈期限並不限於七月為止，每年至十一月始行停止，徒以七月以後，雖有三數成虫發生，事實上等於終止，故一併刪去。（表三）

以上一表足以指示各種金龜子之盛發期間。惟在盛發期間，何種天氣可以促使狂發，似須作進一步之探討。作者因此將三年來發生蟲數最多之五日加以分析，其結果列表如下：

表四 三年來金龜子類盛發日內之氣象情形及其範圍(1939—1941沙塘)

金 龜 子 種 類	平均氣溫 (°C.)	最高氣溫 (°C.)	平均相對 濕度(%)	全日雨量 (公厘)	14—21時之 雨量(公厘)
潤脛褐絨金龜子	21.0—27.9	24—33.2	63.7—84.7	0—8.3	0
黑 絨 金 龜 子	20.6—27.2	26.2—33.7	63.7—84.7	0—33.5	0—2
毛 金 龜 子	20.6—27.2	24—33	56—85.8	0—8.3	0—1.4
黑 褐 金 龜 子	23.5—27.3	28.5—33.9	63.7—84.8	0—9.2	0—微
小 棕 金 龜 子	22.1—28.8	26—34.7	66.7—83.7	0—14	0—微

附註：微即表示雨量在 $\frac{1}{10}$ 公厘以下。

根據以上彙成之表，我人可得一種結論，即金龜子類每於高溫多濕而無雨或雨極少（上表內雖有一日高至 33.5 公厘但於金龜子發生時刻內僅有 2 公厘）之日狂發，此與平日經驗正相吻合，除上述數種氣象因子外，作者曾就平均氣壓與日照時間加以統計，但所得結果暗示變異範圍至為廣大，似無多大關係，故未列入表內。

根據表三之結果，復藉春夏之積溫記載，我人可以推知金龜子之是否已屆盛發期間，再由表四所示盛發日之天氣情形，我人又可預測金龜子是否即將狂發，在實

際防治時或不無一助也。

三、梨金龜子類之防治試驗

(一)有關文獻 關於防治金龜子類之研究，我國素來乏人注意，可說等於一張白紙。汪仲毅氏(1938)在湖南曾謂在雜草叢生之梨園中，250方寸土中有濶脛褐絨金龜子476頭，曾提倡開墾荒地並輔以打落，燈誘與鋤土搜殺等法。惟衡諸本省情形，荒地遍處，雜草無垠，尤以西北西南爲甚，墾荒治虫實非短期內可以見效之事。至鋤土搜殺與打落成虫在發生期間，必須日夜舉行，費時耗工可以想見，其中燈誘一法或有一加研究之價值。1939年沙塘同仁邱徐兩氏曾以菰蕪作詳細誘殺試驗，結果認爲並不滿意。此爲我國防治金龜子類之僅有文獻，作者至此不得不借重國外之究研以作防治試驗之參考。大凡涉獵經濟昆蟲學者咸知世界上研究比較深入之金龜子，莫過於1916年傳入美國之日本金龜子 *Popillia japonica* Newman。作者乃將該虫之文獻，廣爲閱讀，冀其有助於本虫之防治設計，茲僅將與我所作試驗之有關者，簡述如下：

先是美人 Lipp 與 Osburn 兩氏(1935)曾創用石灰硫酸鋁液爲日本金龜子之拒蟲劑，按硫酸鋁液本具酸性反應，但加入石灰後即成硫酸鈣與氫氧化鋁，前者微能溶解於水，惟乾後不易溶解，後者富於黏着力，兩者均白色，有拒蟲作用。翌年 Metzger 與 Lipp 氏(1936)在金龜子發生盛期曾用以保護蘋果、桃、石刁柏等，被害葉少而收成甚高，效果至佳。其後 Langford, Crosthwait 與 Whittington 三氏(1939)復在 Maryland 州加以推廣，謂可減少蟲口達 80%。而 Hodgkiss (1938, 1939)先後在紐約與本薛凡尼亞兩州廣爲介紹，作者鑑於石灰價格之低廉，雖無大批硫酸鋁，但可以明礬代替之，故決定先作石灰明礬液試驗，於 1941 年開始，結果特佳，翌年稍差，至 1943 年除仍繼續試驗外，復另覓其他可能之方法。

遠在 1920 年 Davis 氏已證明砷酸鉛對於日本金龜子有拒蟲作用，可以用作拒蟲劑，Hadley 氏(1922)復證實其說，Moore 氏(1921)曾作進一步之究研，力斥噴過藥劑之葉其顏色藥味或物理狀態足以拒蟲之說，真正之拒蟲作用乃因吞食少量藥物而引起之毒微所造成。Smith 與 Hadley 兩氏(1926)謂該蟲因食砷化合物而死亡者，實際不過 15—20%，蓋其唾液呈極強鹼性反應，故酸性砷酸鉛分解甚速，因此對消化系或發生一種刺激作用，迫使其停止取食，得免於死。Van Leeuwen 氏(1932)研究葉上噴過藥劑之後，爲何蟲即呈不食現象，氏用多種藥物研究該蟲之種

種反應，其重要結論爲(1)噴葯之葉，飛襲蟲少，(2)即飛襲侵害噴葯之樹矣，以後離去之蟲數較不噴者爲多，(3)吞食有葯之葉後亦有不少死亡(42—64.6%)，(4)砷酸鉛，消石灰，重土(barytes, BaSO_4)，白堊(Chalk)，陶土(China Clay)，染綠之砷酸鉛，鹼性砷酸鉛，砷酸銅，皆具拒蟲作用，而巴黎綠則有誘蟲之效，此或由於醋酸所致。

自1943年作者因對石灰明礬液不甚滿意，乃決加入砷化合物作一試驗，因砷酸鈣易於購得且亦較廉，遂用之，惟該物之懸液經雨後極易脫落，而金龜子類發生期常有雨水，乃以波爾多液一方面充作黏着劑，一方面充作緩和水溶性砷之用。

(二)石灰明礬液試驗 作者鑑於美國石灰硫酸鋁液之成功，乃於1941年開始試驗，因我國產明礬特多，故決定以明礬代替硫酸鋁。我人所用之明礬經化驗結果，含有氧化鋁11.58%，三氧化硫33.57%，不溶解物0.26%。

第一步工作即作石灰硫酸鋁液與石灰明礬液之黏着力比較試驗，試驗方法係將兩液分別噴於野外東泉沙梨苗之葉上，各液配合式均照美國所流行者即消石灰均爲二十磅，水一百加侖，硫酸鋁或明礬各爲三磅。各噴葉一百片，每葉均編號掛紙牌，逐日檢查葯液殘留遺屑之是否存在，直至完全沖失不見爲止，故以積留日數爲比較黏着力之標準，次自各葉之積留日數與本場測候所之降水量記錄，算出沖失殘留遺屑所需之雨量，此爲第二種比較兩液黏着力之標準，設計係採 Fisher 氏之對比法而以 t-test 分析之，茲將結果列如下表。

表五 石灰硫酸鋁液與石灰明礬液黏着力比較試驗(1941年7月19日沙塘)

處 理 項 目	藥液的遺屑積留於葉上之平均日數與標準差	平均沖去遺屑所需之雨量與標準差(公厘)
石 灰 硫 酸 鋁 液	39.09±25.48	265.77±108.78
石 灰 明 礬 液	30.24±25.48	194.78±108.78
t 值	3.3560	6.53

註 N=99 1%平準 t=2.63

根據上表結果，兩液差異極爲顯著，無論積留日數或沖壓雨量，均屬如此，易言之，即硫酸鋁之粘着力確較明礬爲佳，此爲意料中事，因明礬中之硫酸鋁含有量本不及硫酸鋁也。惟相差並不甚大，我人在應用時若將明礬增加，則此種缺點當不難補救也。

是年四月，作者開始用石灰明礬液作田間試驗，配合式爲消石灰2.6份，明礬1份，水107份(重量計算)共用東泉梨三十對，分噴葯與不噴葯二種處理，檢查標

準分葉之受害率，株高增長度與離地二寸之幹周增長度三種。凡梨葉面積一半或一半以上被食者，武斷地作為被害葉論。前後共檢查五次，於5/27, 6/3, 6/10, 6/17, 6/24各日行之。全株之葉均受檢查，然後以葉片被害百分率作為比較，至株高與幹周係指在5/27至12/26之增長度(噴藥後每隔一月測量一次，在記錄期間，發現時日愈久，而噴藥與不噴藥者長育之差異愈大)，關於噴射次數，當時因目的在測定該液有無防治效果，故未加規定，僅於受噴之樹葉上，經常保持白色遺屑為度。一九四二年仍繼續試驗，除改用東泉梨二十四對，及因整枝關係無法記錄株高增長度外，一切方法均與前一年相同，前後於5/11, 6/14, 7/14檢查葉片三次，幹周增長度係代表三十年5/27至三十二年1/28之增長度。石灰明礬液之調製係將明礬溶於水中，另將石灰加水消化，然後加水成漿狀，傾入明礬溶液中即成。

表六 石灰明礬液防治梨金龜子試驗之結果(1941年沙塘)

處理項目	平均每株葉片受害百分率%						平均株高增長度(市寸)	平均幹周增長度(市分)
	第一期	第二期	第三期	第四期	第五期	總平均		
不噴藥	52.03	88.83	92.41	92.30	86.22	82.36	1.67	2.80
噴藥	29.70	35.20	35.76	40.10	36.00	35.35	2.13	3.50
t 值							18.52	1.58
N=29 1%平準時之t值							2.76	
N=29 5%平準時之t值							2.04	2.04

表七 石灰明礬液防治梨金龜子試驗之結果(1942年沙塘)

處理項目	平均每株葉片受害百分率%				平均幹周增長度(市分)
	第一期	第二期	第三期	總平均	
不噴藥	31.10	53.08	28.91	37.69	4.20
噴藥	25.72	37.31	23.00	28.68	4.94
t 值					2.11
N=23 5%平準時之t值					2.07

由於二年試驗之結果，葉片受害百分率均明示有顯著之差異。凡放任不噴藥者，葉片被害甚重，而加噴藥處理者則較輕，可見石灰明礬液雖無絕對防拒金龜子之能力，但確有不小之效果。至株高與幹周之增長度，雖噴藥者一般較高，但乏顯著差異。

及一九四三年本試驗仍繼續進行，但鑑於受害葉片之標準，過於粗放，為增進

準確度起見乃改變方法，以重害葉為比較標準。每株依隨機取樣方法檢查葉片二百張，根據葉片之被害面積，記錄時分被害在 $1/4$ 及以下，自 $1/4$ 以上至 $2/4$ ，自 $2/4$ 以上至 $3/4$ ，自 $3/4$ 以上至全部被食等四級。所謂重害葉乃指最後一級而言，易言之一片重害葉即平均等於 $7/8$ 面積受害之葉，第一級自微害至 $1/4$ 面積被害，平均受害面積為 $1/8$ 。故換算時本組七葉等於一張重害葉，第二級平均受害面積為 $3/8$ ，易言之 $2\frac{1}{3}$ 葉等於一張重害葉，至第三組平均受害面積為 $5/8$ ，故 1.4 葉合為一張重害葉。在取樣之時，凡無葯之新抽嫩葉均在被害之列，蓋此種未有藥液存積物之葉，自無拒蟲可言，若一併取樣，則在原理上殊不公允也。本試驗中之重害葉數係在五月一日檢查，幹周代表 $4/6$ 至 $7/1$ 期間之增長度，其分析結果，列如下表。

表八 石灰明礬液防治梨金龜子試驗之結果(1943年沙塘)

處 理 項 目	平均每株二百葉片中之重害葉數	平均周幹增長度(市分)
不 噴 藥	130.83	1.41
噴 藥	83.93	1.78
t 值	4.03	1.67
N=23, 5% 平準 t 值	2.07	2.07
N=23, 1% 平準 t 值	2.81	2.81

第三年試驗之結果，與前兩年甚為一致，即噴射藥液後，幹周之增長度並不顯著增加，惟重害葉數則確較放任者為少。據田間一般觀察，第一年梨樹經處理後葉片被害甚少，第二年尚佳，至第三年差異雖甚顯著，但受害遠在第一年之上，噴過藥後之梨樹，仍不免碎葉片片觸目皆是，此在三年數字中亦可窺見。故該液可說具有相當效果而尙未能認為十分滿意。

(三) 磷酸鈣波爾多液試驗 作者鑑於美國常用磷酸鉛防治日本金龜子，乃於 1943 年另作磷酸鈣試驗，用波爾多液為粘着劑。配合式為 2—4—4—500，即磷酸鈣二份，硫酸銅四份，生石灰四份，與清水五百份，以重量為根據。於四月十五日開始處理分不噴藥與噴藥兩種處理，材料為十八對東泉梨，此後隔二星期噴射一次共舉行五次。比較時仍以重害葉與幹周增長度為標準，與本年度之石灰明礬液方法相同，受害葉之檢查分別於 $5/1$ 與 $6/15$ 兩日舉行，幹周增長度係代表 $4/6$ — $7/1$ 期間之生長進度，試驗結果列表如下。

表九 磷酸鈣波爾多液防止金龜子試驗(1943年沙塘)

5/1 檢查

處理項目	受 害 葉 數					幹 周 增 長度(市分)
	1/4 或以下	1/4以上至2/4	2/4以上至3/4	3/4以上至4/4	平均二百張葉 中之重害葉數	
不 噴 藥	12.17	20.44	20.94	146.44	171.89	1.52
噴 藥	89.83	30.11	6.61	3.56	34.01	5.80
t 值					19.70	14.67
N=17, 1% 標準之 t 值					2.898	2.898

6/15檢查

不 噴 藥	19.39	13.00	24.06	39.03	64.58	
噴 藥	78.50	21.50	15.44	11.17	42.78	
t 值					3.620	
N=17, 1% 標準之 t 值					2.898	

本試驗之結果，無論以重害葉數與幹周增長度為比較標準，噴藥與不噴藥兩處理均有非常顯著之差異。對於 6/15 日一次檢查，須略加說明，即在 5/1 日凡不噴藥者葉子幾全被食盡（200 葉片中有 171.89 重害葉），當時食去之葉尚有殘餘葉柄或其他痕跡可尋；但至 6/15 日檢查此種被食盡之葉已無法可資追尋，故該次檢查之葉，幾全為新近抽出之葉，惟噴藥處理中之重害葉數，乃一種累積數字，蓋噴藥後甚少蟲食，全葉被食者更少，大多均屬第一組，即 1/4 或以下面積被食。故與不噴藥處理中非累積數字比較，殊欠公允，否則不噴藥處理中之重害葉數必將大為增加，而 t 值亦必更高也。

(四)結果討論

磷酸鈣波爾多液試驗雖不能與石灰明礬液作直接比較，惟有數點值得我人注意。

即施用磷酸鈣波爾多後幹周增長度有非常顯著之差異，而在石灰明礬液則不然，此或由於磷酸鈣液阻止金龜子取食較為有效，故重害葉甚少，而光合同化作用隨之增強，影響幹周增長，理所當然。或由於磷酸鈣液中含有波爾多液，蓋波爾多液可以刺激生長促進產量，此種作用在棉花、大豆、馬鈴薯等作物上早為人所證明(DeLong 1940, 蔣徐 1943)。再根據我人平日觀察，感覺凡噴過磷酸鈣波爾多液之梨葉，較不噴者為厚實，可惜我人未加測計，致無數字足資證明。或二者同時作

用均有關係，亦甚可能。

兩試驗毗鄰相接，近在咫尺，五六月中如至果園巡行一周，放任與噴藥兩處理之受害情形，一目瞭然。固無待分析計算也。即磷酸鈣波爾多液與石灰明礬液軒輊分明，亦一望可知。所惜兩試驗因地位與設計關係，不克比較。祇可以重害葉數強調此說，以後另作比較試驗時，或可加以證明也。

兩種藥液可以阻止金龜子侵襲取食，此就受害葉與重害葉言，已有數字可資證明。美國方面早有學者倡白色有拒驅日本金龜子之作用，惟對本省梨金龜子類，容有可疑之處，蓋石灰明礬液雪白異常，反射極強，遠在磷酸鈣波爾多液之上，若白色為拒蟲之主要因素，則經石灰明礬液噴過之後必被害較輕；但事實上似顯示磷酸鈣波爾多液為佳。據作者意見，砷化合物對金龜子類具有拒蟲作用，似較有力。在果園中曾一度注意樹下有無毒死之金龜子，結果未曾發現，而五月一日檢查受害葉時，凡噴藥者多數均在一二組內。即有一小部份被食，與不噴藥處理中甚多食盡者大相逕庭。足證至少有一部份金龜子曾一度試食而終致被迫放棄也，是 Moore (1921) 氏與 Smith 暨 Hadley 兩氏 (1926) 之說，似較近理也。讀者至此或疑及波爾多液本身對金龜子是否具有拒蟲作用，亦屬可能之事，此則須待諸以後之繼續研究也。

據葉、李、張三氏之研究 (見朱庭祐等 1937) 謂浙江平陽一縣明礬石貯藏約二十萬萬噸，可製明礬二萬萬五千萬噸，為世界各國冠，在浙江明礬取價至廉，至石灰無處無之。故石灰明礬液如拒蟲甚佳，則推廣材料毫無問題，明年擬繼續研究，或用作磷酸鈣之黏着劑，若能成功則較波爾多液低廉多矣。

四、結 論

1. 在五種為害梨葉之金龜子中，以毛金龜子 (*Apogonia pilifera* Moser) 與小棕金龜子 (*Apogonia* sp.) 發生最多，亦即為害之最重者。

2. 毛金龜子發生較早，四月上旬左右開始，四月中旬至五月上旬盛發，六月上旬已屆末期。就積溫言，其發生高峯約位於 1400—1900 度間。小棕金龜子發生最遲，例於五月中旬開始，自五月下旬至六月中旬發生最盛，七月上旬告終。凡積溫在 2200—3100 度間，本蟲發生已屆登峯造極之時。金龜子盛發時之天氣均為高溫多濕無雨或微雨之日。

3. 在發生期間每隔兩星期噴射一次磷酸鈣波爾多液 (磷酸鈣二份，硫酸銅四份，生石灰四份，水五百份) 於梨葉上，可以阻止金龜子侵襲取食，如無上項藥物，可

以石灰明礬液(石灰 2.6 份,明礬 1 份,水 107 份)代替之,但其效果似不及砷酸鈣波爾多液。

參 考 文 獻

- 朱庭祐、郝頤壽 1937. 浙江之礦產. 浙大季刊 1(1):145-154.
- 汪仲毅 1938. 栗色金龜子潛土深度及與環境關係之考查. 中華農學會報 165:51-55.
- 邱式邦、徐玉芬 1941. 蓖麻誘殺金龜子之研究. 廣西農業 2(6):454-467.
- 劉調化 1937. 金龜子幼蟲越冬深度及環境與數量關係之考查. 趣味的昆蟲 3:6-10.
- 蔣書楠、徐玉芬 1943. 波爾多液防治棉浮塵子之研究(二). 廣西農業 4(3):131-145.
- Chapin, E. A. 1938. Scarabaeidae collected by the Lingnan University Fifth Hainan Island Expedition, 1929. Lingnan Sci. J. 17: 249-250.
- Cunningham, G. H. 1935. Plant Protection by the aid of therapeutants. pp. xxvi+243. 76 Vogel St., Dunedin, New Zealand.
- DeLong, D. M. 1940. Studies of methods and materials for the control of the leafhopper, *Empoasca fabae* as a bean pest. U. S. D. A. Tech. Bul. 740, 63pp.
- Fleming, W. E. & F. W. Metzger 1933 (revised). Control of the Japanese beetle and its grub in home yards. U. S. D. A. Cir. 401, 14pp.
- Fleming, W. E., F. W. Metzger & M. R. Osburn 1934. Protection of orchard and shade trees and ornamental shrubs from injury by the Japanese beetle. U. S. D. A. Cir. 317, 7pp.
- Hammond, G. H. 1940. White grubs and their control in eastern Canada. Dom. Can. Dept. Agr. For. Bul. 86, 18pp.
- Hadley, C. H. & I. M. Hawley 1934. General information about the Japanese beetle in the United States. U. S. D. A. Cir. 332, 22pp.
- Hodgkiss, H. E. 1938. Common insect pests of New York 11. the Japanese beetle. N. Y. St. agr. expt. Sta. Cir. 173, 4pp.
- 1939. Protecting trees, plants, shrubs and lawns from the Japanese beetle. Penn. agr. expt. Sta. Cir. 213, 8pp.
- Langford, G. S., S. L. Crosthwait & F. B. Whittington 1939. A review of cooperative Japanese beetle retardation work in Maryland. J. econ. Ent. 32: 255-259.
- Lipp, J. W. & M. R. Osburn 1935. Aluminum sulfate as a sticker for hydrated lime in sprays. J. econ. Ent. 28: 728.
- Liu, C. Y. 1932. A preliminary list of the Chinese Scarabaeidae. China J. Arts & Sci. 17, No. 2.
- Metzger, F. W. & Lipp, J. W. 1936. Value of lime and aluminum sulfate as a repellent spray for Japanese beetle. J. econ. Ent. 29: 343-347.

- Shepard, H. H. 1939. The chemistry and toxicology of insecticides. 383pp. Burgess Pub. Co., Minneapolis.
- Smith, L. B. & C. H. Hadley 1926. The Japanese beetle. U. S. D. A. Dept. Cir. 363, 66pp.
- Swingle, M. C. 1930. Anatomy and physiology of the digestive tract of the Japanese beetle. J. agr. Res. 41: 181-196.
- Van Leeuwen, E. R. 1932. Reactions of the Japanese beetle to spray deposits on foliage. U. S. D. A. Cir. 227, 18pp.
- 1932. Control of the Japanese beetle on fruit and shade trees. U. S. D. A. Cir. 237, 13pp.
- Wu, C. F. 1937. Catalogus Insectorum Sinensium Vol. III, p. 1024. Fau Memorial Inst. Biol. Peiping, China.

STUDIES ON JUNE BEETLES (SCARABAEIDAE) WITH SPECIAL REFERENCE TO THE METHODS OF CONTROL

C. Y. Liu & Y. C. Ho

Div. of Entomology & Phytopathology,
Kwangsi Agricultural Experiment Station.

Of the five species of June beetles defoliating the pear (*Pyrus* spp.) seedlings and trees in the vicinity of Liuchow, South China, *Apogonia pilifera* Moser and *Apogonia* sp. are by far the most prevalent and damage-inflicting. The other three species are *Apogonia cribricollis* Burmeister, *Autoserica japonica* Motschulsky and *Autoserica* sp. The salient characters of the adult of each species are given.

As shown by the catches of light trap operated since 1939 to 1941 as well as those resulting from regular jarrings made in the nights 1942-1943 inclusive, *A. pilifera* emerged earlier, beginning in early April, reaching peak from the middle of April until early May, and ending about early June. *Apogonia* sp. was seen on wings as early as the middle of May and declined towards the early part of July, its peak being reached from later May to middle June.

A study of the meteorological factors acting on the emergence period discloses the fact that the accumulative temperature can be used to detect the flight period whereas other factors are very variable. Thus, the maximum flight period of *A. pilifera* falls within an accumulative temperature

range between 1400-1900° C., whereas that of *Apogonia* sp. occurs from 2200 to 3100°C. in the three years studied. The key weather conditions of the emergence day of all five species were high temperature and high relative humidity accompanied by total lack of rain or only very little rain during the flight hours.

Experiments on the control of the pear (*Pyrus serotina* Rehder var. *culta*) June beetles led the authors to conclude that the calcium arsenate-Bordeaux mixture (2-4-4-50) sprayed at fortnight intervals during the flight period is a very effective repellent. As shown by t-test, the leaves were well protected and the increase of the circumference of the trunk was very marked, both being highly significant when compared with the check. The lime-alum mixture containing 2.6 parts, quicklime, 1 part local alum and 107 parts of water seemed somewhat inferior to the former and is recommended in case if the former is unavailable or too expensive for application.

