

水稻之鳥害及其防止機具之研究

黃 陽 仁^{*}

Studies on Bird Damage to Paddy Rice and Its Control Machinery

Yang-ren Hwang^{*}

一、前言 (Introduction)

水稻之種子發芽秧苗期及稻穗發育乳熟期以至於其完熟期，麻雀、尖尾文鳥、黑頭文鳥等，成群飛臨田間，襲食稻作為害，其損失有時不能忽略；此在同一地區中，較早或較遲栽植之零落稻田，受害程度尤為嚴重。

本省農民一般防止鳥害之方法，多屬驅拒法，包括：(1)做成稻草人形豎立於田間者；(2)繫繩結帶令其隨風飄動者；(3)由人看守田邊手持長竿揮動見鳥高聲吶喊者；(4)手握警音器（竹製）來往於田畦作響者；(5)繫結空罐在田間竹桿，見鳥即使之搖動作響者；(6)使用定時自動爆音器（電石爆音裝置）自動警驅者；(7)使用爆竹串繫於電線桿或樹桿上，自動定時點火作響者等形式。惟其效果，一則與豎繫之密度，看守之勤惰，音響之性質等因子有關，一則與鳥雀本身對此等刺激源之反應程度和變化而異，故而參差不一。此外，有斃鳥法者，係使用農藥摻拌稻種，以毒殺來食之鳥雀，多見於處理育苗用稻種。

鄰邦之日本，早年既對麻雀之為害稻作，頗感棘手；為謀防止乃創吃「燒鳥料理」，鼓勵庶民進食，進而促成捕鳥行業之興起，以圖減少鳥害。

有關鳥雀為害稻作之報告，除見之於內田、仁部、葛等三氏於日本大正年間所作之調查報告者外⁽¹⁾，其他見之於文獻者甚少。至於其防止機具，除有對電石爆音機之特性，稍行具體之研究結果者外⁽²⁾，防止效果及其他有關特性之研究，學者涉入其間者亦為稀少，故殊多缺乏明瞭。本研究，首在調查研判本省鳥雀對稻作之關係及迄今一般防鳥對策之效果程度，次則測試歐美當今最新型警鳥機（AV-Alarm Control System）在本省之作業性能結果，以謀求最佳鳥害防止方法和機具為目的。

本研究自民國五十九年開始，於民國六十一年年底完成；其間承中國農村復興聯合委員會之經費資助，以及該會植物生產組技正彭添松先生之鼓勵甚多，謹此由衷誌謝。而調查記錄等工作，多賴本系助理翁有澄君之協助，於此申謝。

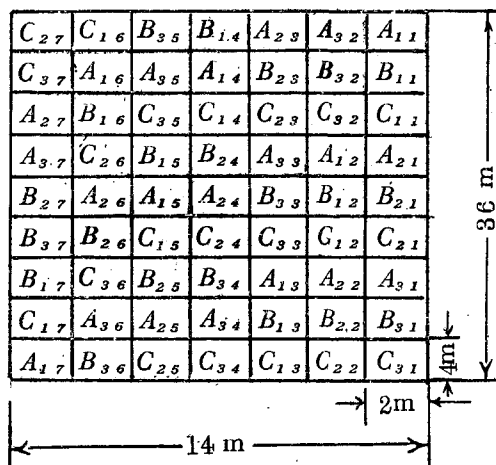
二、鳥雀為害本省稻作之特性 (Characteristics of Bird Damage on Rice crop in Taiwan)

I、研究材料及方法 (Materials and Methods)

* 國立中興大學農學院農業教育學系農機組副教授

1. 前往苗栗、台中、彰化、南投、雲林、台南、高雄、屏東等境內地區，選擇具有不同地理環境特徵之稻作田間，觀察記錄出沒烏雀為害稻作之特性。其法包括以望遠鏡追蹤探查，以及使用捕雀網（長12公尺，高1.8公尺，兩具）捕捉鳥隻，外表特徵記錄及嗉囊解剖分析等。

2. 假中興大學農場，分別於一期作、二期作，實施不同成熟別、品種別，對鳥害之特性研究實驗。計早熟稻、中熟稻、晚熟稻三種成熟別；及稈稻（台中稈65號）、糯稻（台中糯46號）、秈稻（台中秈1號）三類品種別，分別記錄各乳熟期、黃熟期、完熟期之鳥害率及收穫稻穀之品質特性。（如圖1所示）



A: 台中稈65號 (Taichung No. 65 O. S.L. Subsp. keng)

B: 台中糯46號 (Taichung No. 46 Gentinous Rice)

C: 台中秈1號 (Taichung No. 1 O. S.L. Subsp. Sen)

字母後第1個數字: 1: 早熟稻

2: 中熟稻

3: 遲熟稻

字母後第2個數字: 1~7, 重覆小區號次 (每小區 $2^m \times 4^m$, 插植 128 株)

圖1. 稻作鳥害試驗小區之排列設計

Fig. 1. Section design of test field for bird damage.

3. 將烏雀飼養於室內，飼以不同顏色（白色、綠色、黃色、紅色）之碎米及含有動物質成分之養雞用飼料，觀察記錄其生活習性以及對食物之嗜嫌性。

II、結果 (Results)

1. 為害稻作鳥雀之種類及其習性:

(1) 種類: 為害本省稻作之主要鳥雀為，台灣麻雀 (Formosan tree sparrow)、尖尾文鳥 (Formosan sharp-tailed munia) 及黑頭文鳥 (Formosan black-headed munia) 三種。台灣麻雀與他二種鳥之間，無合群性，但尖尾文鳥和黑頭文鳥，常混雜共棲。

(2) 棲息性: 台灣麻雀嗜棲息於老舊木造建築物、樹林及電桿線上，以此作為進出之據點，但對新環境之適應力強，工廠噪音煙氣等均不足滅其踪跡。尖尾及黑頭文鳥，夜間棲息蔗園或灌木叢內，白天傾巢而出無固定據點，惟不棲止於太高之地上物。

(3) 群集期及繁殖期: 一般群集期，麻雀以一期作秧苗期之成鳥群集及一、二期作成熟期之幼鳥群集為最盛，盛暑為最衰；尖尾及黑頭文鳥則以一期作成熟期為盛，盛夏以後至入冬為衰。繁殖適期皆為三月至九月，文鳥類以四月左右為主，麻雀則以七月較多。而群集期及繁殖期之年中變化，與季節寒暖及五穀登熟有密切之關係。

(4) 食性: 麻雀屬雜食性，除植物質外，尚嗜吃昆蟲等動物質，同時亦吃加工食品，如罐頭、粉絲等。於籠內飼養麻雀，僅飼給碎米時，不數日即互啄羽毛吃食。不供給吃料時，則支持2~3日後，相繼餓死。尖尾及黑頭文鳥屬素食性，除於九月間之換毛期，需攝取少量之動物質外，平日

以植物種實為生。

(5)天候活動性：麻雀多於黎明及薄暮時分，群集出入稻田，陰天細雨時活動最盛，中午及炎熱時分較少。惟文鳥類係全日活動稻田中，到處棲食。

(6)出入性：麻雀於棲息之據點，觀察附近無人走近時，降落田內為害，此時仍留少數麻雀在棲息點，俯視為其警戒。文鳥類則由帶頭之鳥，領導全體出入，於吃食稻作時，仍由少數鳥隻棲止於稻穗頂端，左顧右盼以行警戒。由地面起飛時，麻雀多以較小之角度斜向逃逸，但文鳥類為接近垂直上升而盤旋飛走。

2. 稻作之鳥害調查及試驗結果：

(1)特徵：稻種發芽期之鳥害為，啄食甫告出芽之稻種，且將秧田搗亂。至於稻穗結實期之受害，包括乳熟期咬穗吸漿，使穎殼呈現白色，數日後顏色漸暗或呈霉黑，受害部位為穗粒末端或中末端，及黃熟期、完熟期之穗軸小柄缺少穀粒，此係被鳥雀啄食及震脫地面所致。

(2)稻作品種：稻作最易受害者為糯稻，其次為梗稻，粘稻最底（表1～表4）。但若同一地區僅栽培粘稻時，視鳥雀之多寡，鳥害率亦有高者。

表1. 梗稻與糯稻間之鳥害試驗結果

Tab. 1. Bird Damage Between O.S.L. Subsp. keng and Gentinous Rice

鳥害率 Bird Damage % 品種 Variety		結實期 Mature Stage	乳熟期 Milky stage	黃熟期 Yellow maturing stage	完熟期 Ripe stage
早熟稻 Early mature	梗稻 O.S.L. Subsp. Keng		7	10	8.5
	糯稻 Gentinous Rice		17	27	26.1
遲熟稻 Late mature	梗稻 O.S.L. Subsp. Keng		0.6	-	4.5
	糯稻 Gentinous Rice		12	-	26

表2. 梗稻與糯稻間之鳥害率變方分析表

Tab. 2. Analysis of varience for the Bird Damage Between O.S.L. Subsp. Keng and Gentinous Rice

t 值 t value	結實期 Mature Stage	乳熟期 Milky stage	黃熟期 Yellow maturing stage	完熟期 Ripe stage
t 值	早熟稻 Early mature	2.61	2.38	2.15
t value	遲熟稻 Late mature	2.74	-	5.16
理論 t 值 Theoretical t value		P = 5% - 2.447, P = 1% - 3.707		

表3 稈稻與秈稻間之鳥害試驗結果
 Tab. 3. Bird Damage Between O.S.L. Subsp. Keng and O.S.L. Subsp. Sen.

鳥害率 Bird Damage 品種 Variety	結實期 Mature stage	乳熟期 Milky stage	黃熟期 Yellow maturing stage	完熟期 Ripe stage
	稈稻 O.S.L. Subsp. Keng		23.3%	8.7%
秈稻 O.S.L. Subsp. Sen		0%	0%	2.4%

表4 稈稻與秈稻間之鳥害率變方分析表
 Tab. 4. Analysis of varience for the Bird Damage Between O.S.L. Subsp. Keng and O.S.L. Subsp. Sen.

t 值 t value	結實期 Mature stage	乳熟期 Milky stage	黃熟期 Yellow maturing stage	完熟期 Ripe stage
t 值 t value		5.95	9.67	2.29
理論 t 值 Theoretical t value		P = 5% - 2.447, P = 1% - 3.707		

(3)地理環境：市郊及靠山之鳥害顯著，而鄉間空曠者較低少。市郊稻田多受麻雀為害，而靠山者屬麻雀及文鳥類為害。

(4)期作別：一期作鳥害率較二期作者為高；其原因為此時適為幼鳥成長期，食慾旺盛，而二期作則逢其脫毛期，需攝食動物質。

(5)作物種類：稻田附近有蔬菜、果實、芋等其他作物時，其鳥害率甚高，因能誘引鳥雀吃食昆蟲所致。

(6)穗實成熟度：以糊熟期之受害最高；結實較早之早熟田，則其乳熟期之受害率較中等及遲熟田者為高。稻作生長情形之優劣與鳥害之間似無關係。

(7)稻穀產量：秈稻受鳥害後之產量減少率為最顯著，其值為10%~40%。（如表5所示）

3. 鳥雀對顏色嗜嫌性之實驗結果

(1)生長期中鳥雀對食米顏色之嗜嫌性：分別或同時飼以白色、綠色、黃色及紅色碎米，記錄其每日吃食量，結果顯示，鳥雀對淺綠色米最具嗜好，次為白色米，其次為深綠色米，而對黃色無甚興趣，最嫌惡者為紅色米。比較淺黃色與黃色米之間，則無何差異。試驗麻雀之平均體重為19.5克，1日吃食之碎米量為4.5克，佔體重之23%，尖尾及黑頭文鳥之平均體重為11.6克，平均1日食米量為2.8克，佔體重之24.1%。

(2)鳥雀換毛期（九月~十一月）對顏色之嗜嫌性：以白色、綠色、黃色及紅色碎米同時餵飼被試驗之鳥雀，並以有色玻璃紙包紮日光燈，使之分別呈自然光、綠光、黃光及紅光等四種室內

表 5. 受鳥害與防鳥害稻田(以細網保護)間之稻穀產量試驗比較統計
 Tab. 5. Comparison statistics for yields between bird-damaged fields and free-from-bird-damaged fields (protected by nets).

品 種 Variety	成 熟 別 Mature order			鳥 害 Bird damage		千 穀 重 Wet. of 1000 grains (gr)	一 株 穗 穀 No. of ear per stump	一 株 穀 重 Wet of grain per stump (gr)	空 穀 率 Empty ear (%)	稻 穀 產 量 Yields kg/ha	比 較 指 數 Comparing index
	早 熟 Early	中 熟 Medium	遲 熟 Late	無 Without	有 With						
梗 稻 O. S. L. Subsp Keng	✓			✓		27.2	15	30.3	1.6	2,727	100
	✓				✓	26.6	15	30.0	2.4	2,700	99
		✓		✓		25.8	15	30.3	2.4	2,727	100
		✓			✓	25.4	16	30.3	7.6	2,727	100
			✓	✓		16.8	15	15.3	15.3	1,377	100
			✓	✓	✓	16.4	13	9.3	16.1	837	61
糯 稻 Gentinous Rice	✓			✓		23.2	16	33.0	4.4	2,970	100
	✓				✓	23.8	17	30.0	3.2	2,700	91
			✓	✓		18.6	13	17.5	10.0	1,575	100
			✓		✓	17.6	16	12.3	14.0	1,107	70
秈 稻 O. S. L. Subsp Sen		✓		✓		26.0	16	37.0	2.6	3,330	100
		✓			✓	26.4	14	32.8	3.0	2,952	89

顏色。其結果皆顯示同一傾向之吃食結果，最嗜食白色碎米，其次為綠米，其次為紅米，最嫌惡黃米。其1日吃食量，麻雀為其體重之24%，尖尾文鳥為其體重之19%，表6即其攝食量及其變方分析表一例。

表6 麻雀對有色碎米之攝食量試驗及其顏色之變方分析表(於黃色光線下)

Tab. 6. Sparrow's eating amount on colored rice and its analysis of variance to color. (under yellow light)

區集 處理 Treatment	Block	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	處理總計 Treatment Total	平均數 Mean (g)
1. 白米 White rice		2.2	2.7	2.5	2.5	1	1.3	0.3	2	5	5	24.5	2.45
2. 紅米 Red rice		0.4	0.3	0.3	0.5	0.7	0.5	0.8	0.5	0	0	4.0	0.40
3. 黃米 Yellow rice		0.5	0.1	0	0	0	0.3	0.3	0.5	0	0	1.7	0.17
4. 綠米 Green rice		1.7	2	1.8	1.5	2.1	2.5	2.4	1.5	1	0	16.5	1.65
區集總計 Block Total		4.8	5.1	4.6	4.5	3.8	4.6	3.8	4.5	6	5	46.7	4.67

變異原因 Due to	自由度 D.F.	平方和 S.S.	均方 M.S.	F 值 F. Value	理論 F 值 F _t
區集 Block	9	0.92	0.102	$F_t = \frac{MST}{MSE}$ $= \frac{11.54}{0.97}$ $= 11.89$	5%—2.96
處理 Treatment	3	34.62	11.54		1%—4.60
機差 Error	27	26.31	0.97		
總計 Total	39	61.85			

三、本省一般驅鳥方法之效果 (Effects of Various Bird Alarming Methods Used in Taiwan)

本省農民一般使用之防鳥方法，屬驅拒法，乃消極之方法。因其不能減少當地鳥雀之數目，既使驅拒發生效果，但鳥雀飛臨其他未行防鳥措施之稻作為害，故在防雀上似非善策。然鳥雀亦以捕食昆蟲為生，堪稱益鳥，故如鳥數有限時，則以驅拒法防止受害，不無其某種必要。若鳥雀衆多，嚴重為害農作時，則宜採取適當之滅雀法。各種驅鳥法之效果，據在各地觀察比較，獲致以下之結論。

(1)使用塑膠彩帶拒鳥，發現以紅色較白色者，有較佳之驅鳥趨勢。

(2)將雀鷹標本繫結竹竿，懸掛於稻田上空，在最初之四、五天內，確有使麻雀畏懼不敢前來吃食稻穗之效果，但其後被彼等洞悉而失效。

(3)稻草人等靜態無聲之物體，於施用之初，或尚為有效，但僅能持續一、二日，其後則形同虛設，毫無作用。

(4)由人看守田邊持竿吶喊，來回奔趕者，效果甚佳，惟體力容易疲勞不能久持。有以空罐繫結竿上，互以長繩串聯，於見到鳥雀入侵時，由人隨即搖動作響者，雖可減少看守者之疲勞，但效果不能持久。

(5)使用鞭炮為較有效之方法，但不宜連續使用，需配合其他視覺上之驅拒法較能持久。

(6)使用 50 瓦特之擴音器連結信號產生器，向稻田雀群播放 20 cps ~ 10,000 cps 之正弦波音響時，其結果為麻雀對單純之固定頻率，聽若無聞，駐足不動；而對不斷變化頻率之音響，似有所聞，向周圍張望欲探究究竟，以備採取行動。

(7)鳥雀對空氣槍、獵槍所發出之音響，似具有高度之警惕性；在續聞第二槍、第三槍時，有強烈之驚慌逃逸行為。

(8)麻雀性較敏感，對上述各種驅拒法，有幾分之反應。但尖尾及黑頭文鳥，性較遲頓，對目前驅拒之反應處之泰然，多使之失效。惟以捕鳥網張羅田間，配合驅拒措施時，可適當令其遠避。

目前一般稻田，除為早熟之零細田外，採用驅雀措施者甚少；事實上，施用防鳥法之稻田，其受鳥害之程度並不低於未施防範措施者，足證防鳥失效，設置而形同虛設，殆無作用。

四、警鳥機在本省使用之性能及測定 (Performance and Measurement of AV-Alarm Tower System in Taiwan)

於民國六十年夏由農復會補助向美國警鳥機公司購入之最新型 MT - 5 型警鳥機，首次運達本省。以下茲簡述其使用性能及測定結果。

I、MT-5 型警鳥機簡介 (Introduction to Model MT-5, AV-Alarm Tower System)

該機由控制器、接線器、四具擴音器及塔架所組成。使用 12 V 電瓶為其作業電源。據其製造廠商稱⁽⁴⁾，⁽⁵⁾，⁽⁶⁾，此項機具係隔離騷擾動物彼此對音鳴意義之辨識能力，使之無法習慣長久滯留斯所，以達逐漸促其遠離，減少其間留存之動物數目而製成者；故其音響非以驚嚇為目的，而以擾亂動物在該環境內大腦聽覺之辨識中樞之功能，終而促其出境為主旨云。

警鳥機具有產生 600 ~ 6 KC/S 音頻之產生裝置，控制調整裝置可使其載波及調變波之合成波，造成震抖變化之音色。因調節週期 0.5 秒 ~ 0.05 秒之變化範圍，可得具有強烈震抖狀之鳴嘯聲 (Warbles) 以至於快速刺腦狀之吱喳聲 (Chirp sound)。機上附有作響及停響時間之選擇開關，俾令其連續作響或作響 0.1 ~ 10 分鐘後停響 0.1 ~ 8 分鐘，再行作響。擴音器之最大輸出電力為 50 瓦特，受接線器內階梯繼電器之控制分配，輪流循環其四具擴音器作響。

據稱此種塔架式警鳥機，在美國已普遍用之於櫻桃、越橘、葡萄、玉米、胡椒等作物之鳥害防止，包括有角雲雀 (Horned lark)，掠鳥 (Starling)，山鳥烏 (Black bird)，知更鳥 (Robin)，水鴨 (Duck)，野鴿 (Pigeon)，烏鴨 (Crow) 等。

II、警鳥機對本省稻作鳥害防止之試驗 (A Test of AV-Alarm System in Rice Fields)

1. 試驗方法：前往稻作鳥害顯著之台中、彰化、員林、斗六、名間、南投等地區，測試警鳥機之使用前後，鳥雀之舉止動態之變化，鳥害率等項目。使用之器具為 30×50 倍之望遠鏡，Rion NA-07 型簡易噪音計 (Noise meter) 等。

2. 觀察結果：

(1) 初時，於警鳥機作響之瞬間，入侵稻田內為害之麻雀，顯然大為受驚，蒼慌飛出。待飛達其棲息據點，則左顧右盼試能了解其究竟。但見附近似無異狀，旋三五成群陸續再次飛入稻田為害。其在棲息處觀察周圍情況之時間，為 2.5 ~ 3.5 分鐘。此在零細早熟田之受害，尤為常見。

(2) 其後，於警鳥機續行作響時，或有少數鳥受驚欲逃之際他鳥始跟隨成群飛出，或駐留田內暫時停止吃食，保持警覺隨時準備逸離等，視情況而有不同之動態舉止。

(3) 若附近稻穗之發育一致，則有遠離該警鳥機之有效作業範圍，往他處吃食者。

(4) 音響度之大小，對警鳥效果，雖無絕對之關係；惟在 80 dB 以上之音響所及範圍，鳥雀有若干之反應。

(5) 尖尾及黑頭文鳥，對警鳥機之音響反應，顯較遲頓麻木。因無固定棲息據點，故於作響時，僅多飛離若干，而一般常呈若無其事狀，似無試圖探究其音意之舉止。此時，端賴其他方法配合，始可奏效。有時，潛伏於距警鳥機僅數公尺之稻田內，任其一再警鳴，亦無絲毫動靜；待有人接近時，始行飛出。

(6) 以地區言，市郊附近之鳥雀，長年雖處於吵雜之人煙環境，但對音響具有高度之判斷力，能迅速適應之。反之，靠近偏遠安靜地區之鳥雀，對音響具有高度之警戒畏懼性，常遠離他處，避免受擾。

(7) 警鳥機於晨暮或細雨時分，對成群出入稻田之雀群，其驅拒效果，較之白晝個別少數進出者，顯然良好。

(8) 調節警鳥機之音頻，使頻率高低變化緩慢（週期為 0.5 秒）顯著，音響呈啾吼狀者，較之置於頻率變化迅速（週期為 0.05 秒）不顯著，音響呈蟬鳴狀者，效果良好。

(9) 又警鳥機之作響時間、停響時間之配合，以 0.3 分鐘作響，3 分鐘停響者為宜。其原因為，麻雀自稻田飛返棲息據點之距離，約為 30 公尺，所需時間約為 15 秒。故於鳥雀欲行探究音意之前，音響即已停止，有助於使其疑惑不解。此時，鳥雀棲息約莫 2.5 分鐘左右，觀望周圍，並無動靜，乃有分批再度飛臨為害之趨勢，為使稻作鳥害減少，停響時間不宜過久，而三分鐘左右之停響時間，可令雀群疲於應付。惟如前已述，尚需配合其他措施，始能長期有效。據觀察，連續作響之效果似為最低。

(10) 驅鳥有效作業面積，當初警鳥機之四具擴音器集中裝置於同一塔頂上方時，約為 0.2 公頃左右。其後，使用三捲各長約 150 公尺之電纜，使四具擴音器彼此相距後，有效面積，達約二公頃。

II、鳥雀對音響之反應試驗及警鳥機之學理探討 (Tests on Bird's Acoustics Reactions and An Inquiry on AV-Alarm Tower System)

1. 試驗方法：於具有隔音、照明、通風之室中飼養麻雀及尖尾黑頭文鳥，除擴音器置於飼養室內外，信號產生器、音頻放大器、警鳥機，係置於與飼養室隔以玻璃以資觀測之觀測室中，但使鳥雀不能查覺隔室有人窺看而施工設備之。每次需人進出飼鳥室時，先關閉照明，以免驚動鳥雀。音響播放，分日夜連續及間歇作響二種，音響度在 90 dB 以上。

2. 試驗結果：

(1) 鳥雀對於 600 ~ 6000 c/s 之音頻，音響度 90 dB 之正弦波及方形波音響，未顯示有意義之

聽覺反應，而對同頻率之正弦波及方形波之複合音響（有震抖狀），則顯示稍許之警戒反應。

(2)使警鳥器之音響，含有低頻道之成分（將 Freq. 1 及 Freq. 2 置於「2」之位置以下）時，鳥雀顯有驚悸反應，但連續作響時，反應則鬆弛遲頓。

(3)飼養於小籠內之鳥雀，對警鳥機之音響顯示若無其事狀，其原因似與籠網對彼等構成保護，產生安全感之效果有關。而自由跳躍吃食於無籠室中之麻雀，在警鳥機作響之瞬間，皆飛返高處角落棲息，其效果仍以停響三分鐘以上者為明顯。但尖尾及黑頭文鳥，對音響顯無明確之動態反應。

(4)長時間播放警鳥機音響，並未發現使鳥雀之音訊傳達神經失靈及置身於臨劫難受痛苦之行為表現⁽⁵⁾，故知警鳥機對麻雀等之「文明鳥」之「驅逐效果」似有其限度。

(5)將一繩線橫繫飼鳥室內，使可在觀測室內控制靜動。於靜止時，鳥雀或棲息跳躍於繩線而無異樣，但令其作異常之擺動時，瞬間使在地面吃食之鳥雀飛起，欲奪門而逃狀，似甚驚恐。

(6)最初，需人進入飼鳥室，換飲水秤食米量等時，係先關閉照明而後行之，因鳥雀只聽音響不見人影，故無驚慌反應。但一旦使鳥雀目睹於關閉照明之後，旋有人進入飼鳥室中後，以後凡關閉照明，不論是否有人入其室，亦頓時引起騷動，可知鳥雀之記憶學習能力甚強。

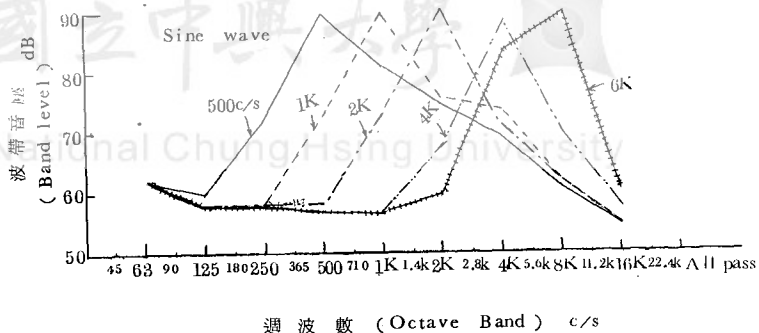
3. 警鳥機之學理探討：如前所述，麻雀對震抖低鏗之音響，顯示警戒性，而對單純音色，則無此反應。乃使用 Rion N 1106 型指示噪音計 (Sound level meter) 及 Rion SA-52 型週波分析儀 (Octave band analyzer) 分析音響之結構⁽³⁾。

圖 2 為 Trio AG-10 型信號產生器 (Signal generator) 分別置於 500 c/s, 1K c/s, 2K c/s, 4K c/s 位置下之週波波帶音壓分佈曲線。其中(a)為正弦波, (b)為方形波, (c)為正弦波及方形波之合成波。

圖 3 為警鳥機於其各波段頻率輸出下之週波音響分佈曲線結果。(a)為將「頻率 1」調節於「1」位置，而將「頻率 2」分別置於「1」，「2」，「4」，「7」，各波段時之各音響音壓曲線；(b)為將「頻率 1」調節於「1.5」位置，而將「頻率 2」分別置於「1」，「2」，「4」，「7」，各波段時之各音響音壓曲線；其他類推。由分佈曲線得知，警鳥機之音響成分，以 1K c/s ~ 4K c/s 之週波數為主。而根據試驗結果，具有警鳥意義之音響位置為較低頻率波段，即圖 3(a)「頻率 1」置於「1」，「頻率 2」置於「1」及「2」之 F_{2-1} , F_{2-2} 曲線，(b)「頻率 1」置於「1.5」，「頻率 2」置於「1」及「2」之 F_{2-1} , F_{2-2} 曲線。由其分佈音響大小知，為接近 1K c/s 時，音壓呈最高之音響，具有警鳥性，而音響顛峰遠離 1K c/s 時，效果不顯著。

比較圖 2 及圖 3 知，單純音色之音響（如圖 2(a), (b)），不能使鳥雀產生警覺性，而含有多種頻率混合而成之音響（如圖 2(c)及圖 3(a), (b)），頻率以 1000 c/s 為主波上下變化者，具有警鳥性。

麻雀之天敵—鷹之鳴聲，據三浦氏稱其週波成分為 1300 ~ 700^{Hz} (= c/s)，變化速度 0.2 秒，連續作響 3 ~ 4 秒，然後停響 5 秒鐘，再鳴⁽²⁾，如圖 4 所示。其音頻主成分亦為 1000 c/s，且富變化不單純，而變化間隔 (0.2 秒) 接近警鳥機之有警鳥性意義之較緩變速度 (0.5 秒)。可知警鳥機音響與鷹鳴聲，頗有類似者，始有警鳥效果。



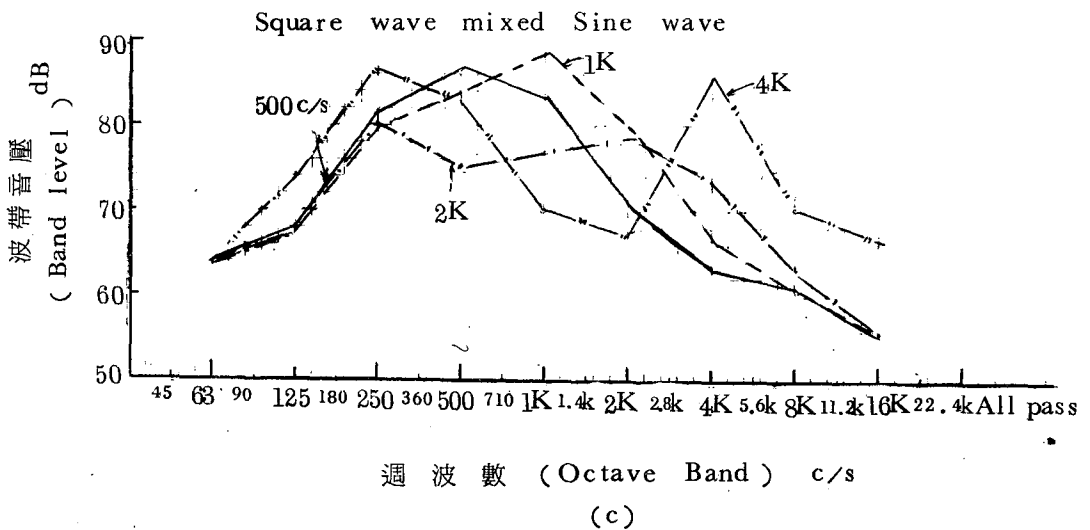
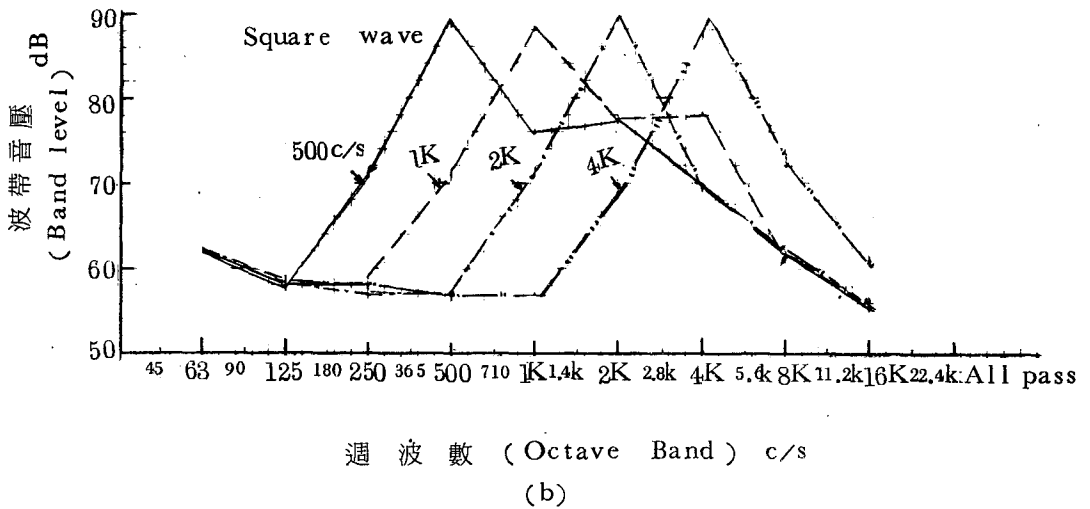
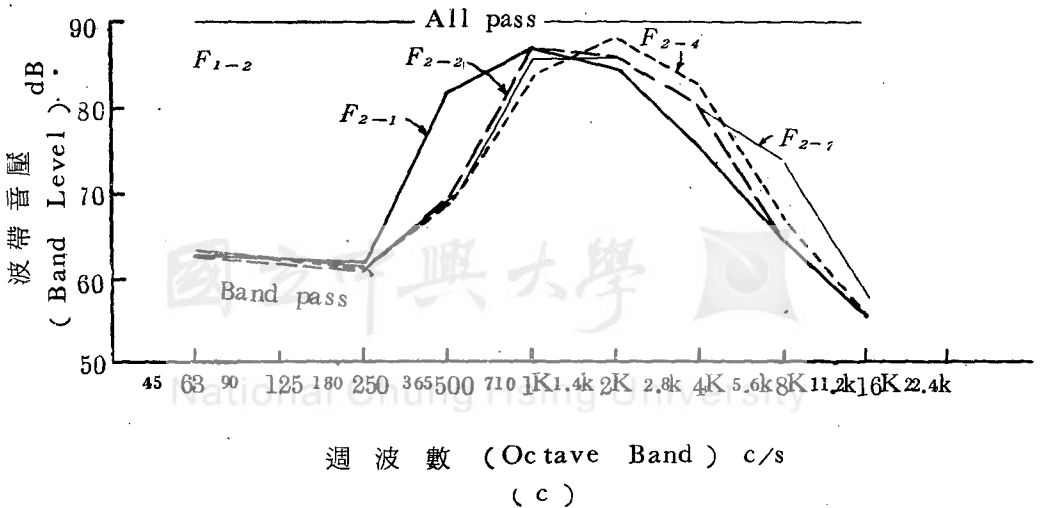
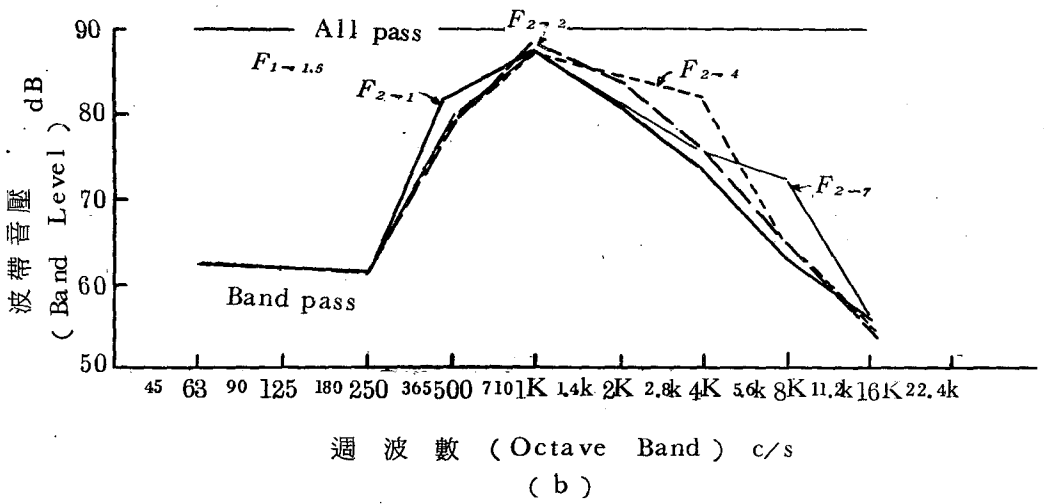
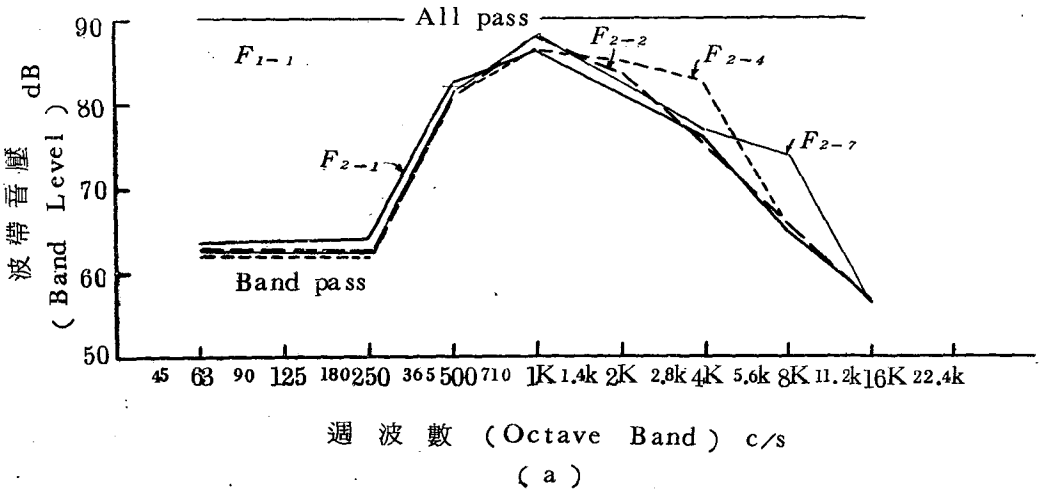
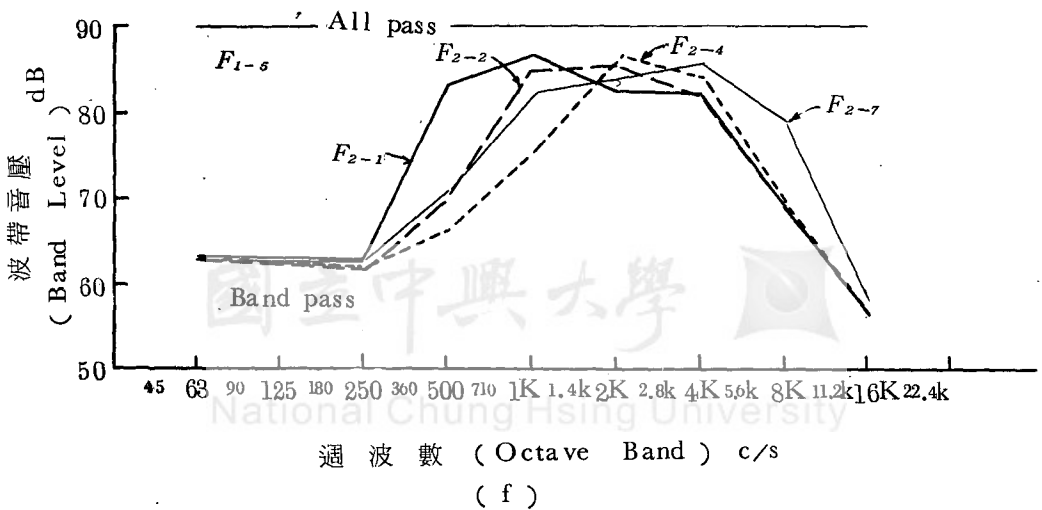
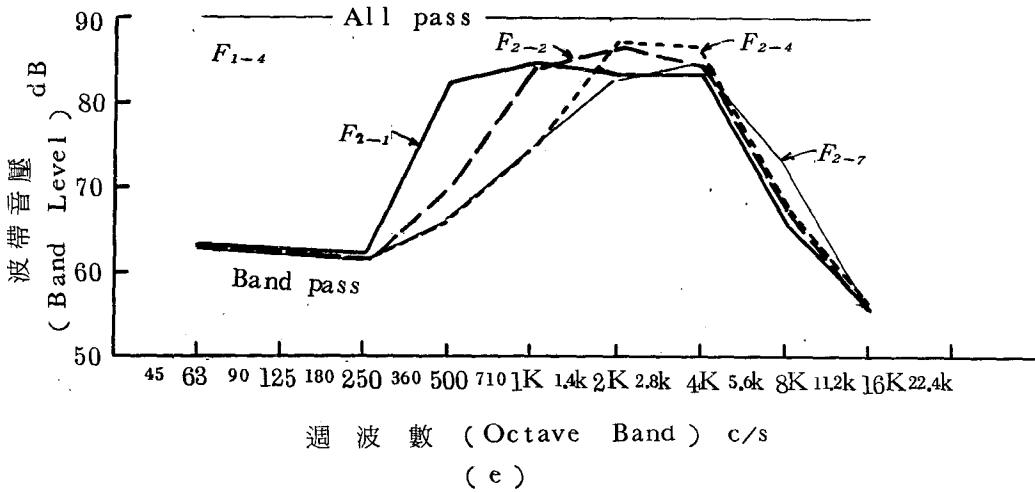
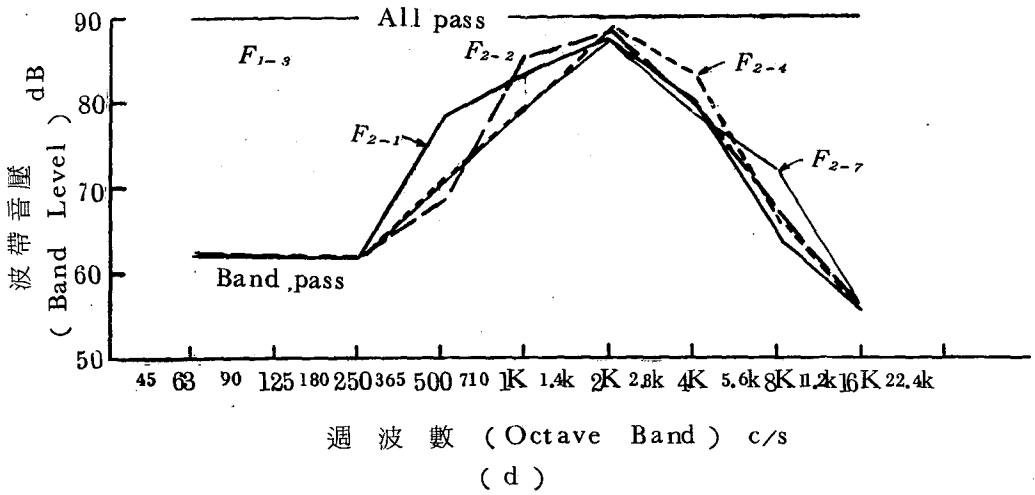


圖 2 信號產生器輸出音頻之音響分析結果，(a)正弦波，
(b)方形波，(c)正弦波及方形波之合成波

Fig. 2. Octave band analyses of signal generator's audio-frequencies.
(a) Sine wave, (b) Square wave, (c) Square wave mixed sine wave.





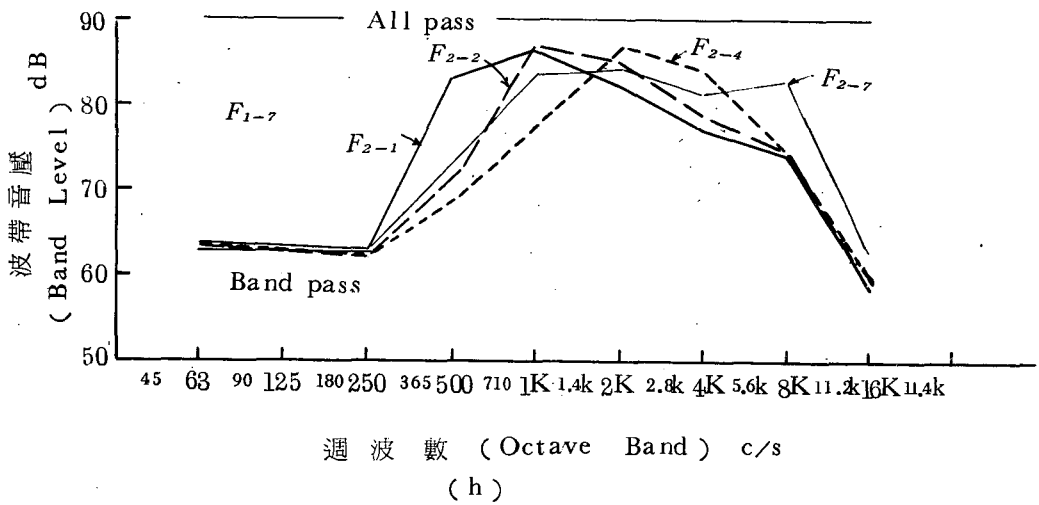
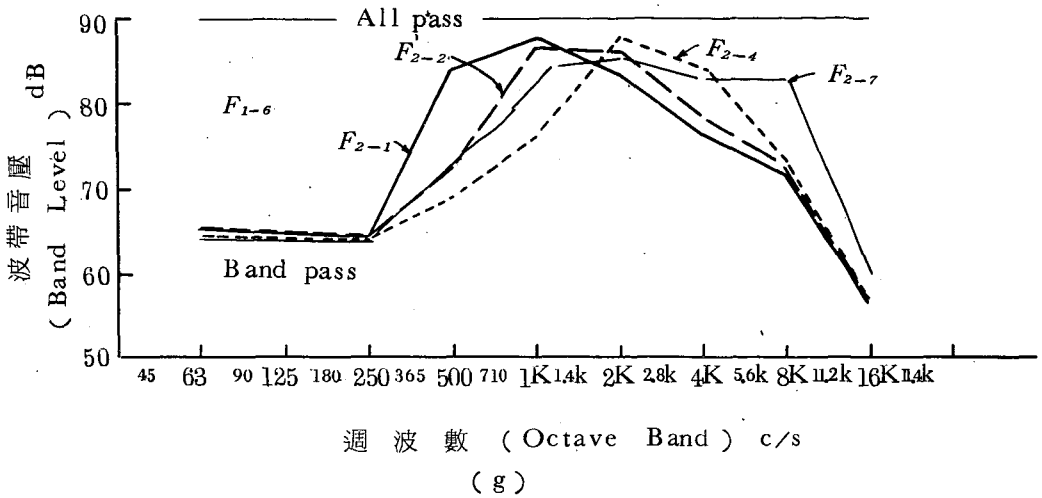


圖3 警鳥機於各波段頻率之週波音響分佈曲線，(a)頻率1-1，(b)頻率1-1.5，(c)頻率1-2，(d)頻率1-3，(e)頻率1-4，(f)頻率1-5，(g)頻率1-6，(h)頻率1-7。

Fig. 3. Octave band analyses of AV-Alarm Tower Systems sounds (a) Freq. 1-1 (b) Freq. 1-1.5 (c) Freq. 1-2 (d) Freq. 1-3 (e) Freq. 1-4 (f) Freq. 1-5 (g) Freq. 1-6 (h) Freq. 1-7

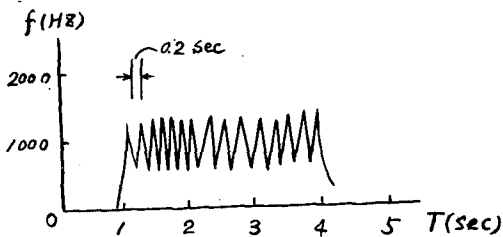
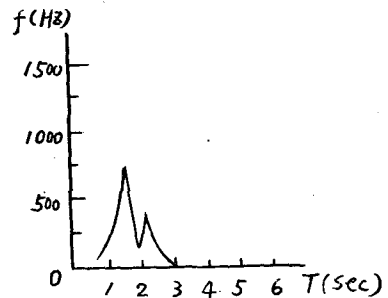


圖4. 鷹鳴之週波成分(三浦氏等)

Fig. 4. Frequencies of hawk sound. (by Miura et al.).

圖5. 電石氣防鳥器之爆音週波成分
(三浦氏等)

Fig. 5. Frequencies of Carbide exploder's explosion. (by Miura et al.).



五、視聽綜合警鳥裝置之研製 (Development of Audio-Visual Avian-Alarm Equipment)

I、視聽綜合警鳥法 (Avian Alarm Method by Audio-Visual Stimuli)

由田間試驗及實驗室觀察得知，為害稻作之麻雀對音響之反應，有逐漸適應之趨勢，以至警鳥機之效用減低，甚或令其徒然無效。但麻雀對形體之反應，常能保持長久之警戒性，尤其對吾人之接近為甚。是以警音作響之同時，於鳥雀之視野眼前出現擬似物體（如人形、鷹鳥模形等），令其接受「視」「聽」二項刺激源，以達驅逐目的之方法，為視聽綜合警鳥法。

II、視聽綜合警鳥裝置 (Audio-Visual Avian-Alarm Equipment)

圖6所示者為其裝置方塊圖。形體驅動器係以電動機，配合時控開關所定之時間，與警鳥機作響之同時，驅動繞有繩索之橡膠輪作用者。繩索係穿過豎於田間之竹竿尾端之環孔，跨越稻田形成密閉之回路移動者。為使繫在繩索上之嚇逐形體，不被環孔或驅動輪所阻止，繩索需來回作等長之移動，此由正反轉向繼電器達成之。

圖7為其控制電路，其中第一時控開關TS-1，具有圖8所示之時控片，用以控制驅動電動機、作響警鳥機之作用時間及停歇時間。控制片之周緣，接觸一單刀雙擲式微小開關S₂；當接觸凸緣部份時為作用，接觸凹緣部份時為停歇。該控制片之迴轉速度為25.7 degree/min。

圖9為第二時控開關之內部電路圖。由一電動機、減速器，三片凹凸時控片P₁、P₂、P₃，三只單刀雙擲式微小開關及一組繼電器所組成。用以控制驅動電動機在運轉時之正向及反向迴轉時間，以及於停轉之瞬間，使電動機繞組內感應之巨大反電壓，令其接短路電阻R₁、R₂，完成回路，使諸控制開關S₂、S₃、S₄、S₅，免被火花燒損。微小開關之抵片接觸於時控片之凸起部份時為位置I（圖9(a)），係使驅動電動機正向迴轉之狀態；若接觸於凹起部份時為位置II（圖9(b)），則使驅動電動

機反向迴轉之狀態。但因各時控片由凸起進入凹部之時間有先後，致因 P_2 先作用，約十秒後 P_3 、 P_1 作用，而可在正向迴轉改為反向迴轉之間，有十秒鐘之時間，使電動機停轉。

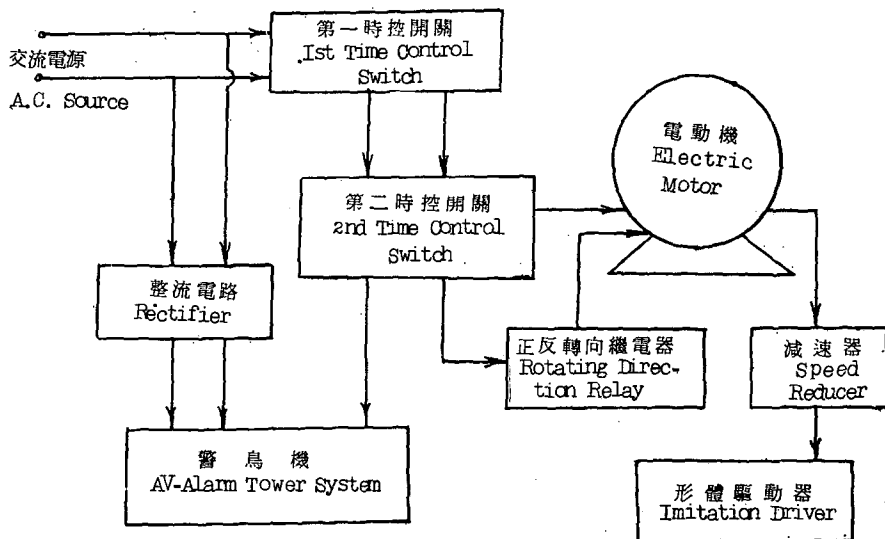


圖 6. 視聽綜合警鳥裝置之方塊圖

Fig. 6. Block diagram of Audio-Visual avian-alarm equipment.

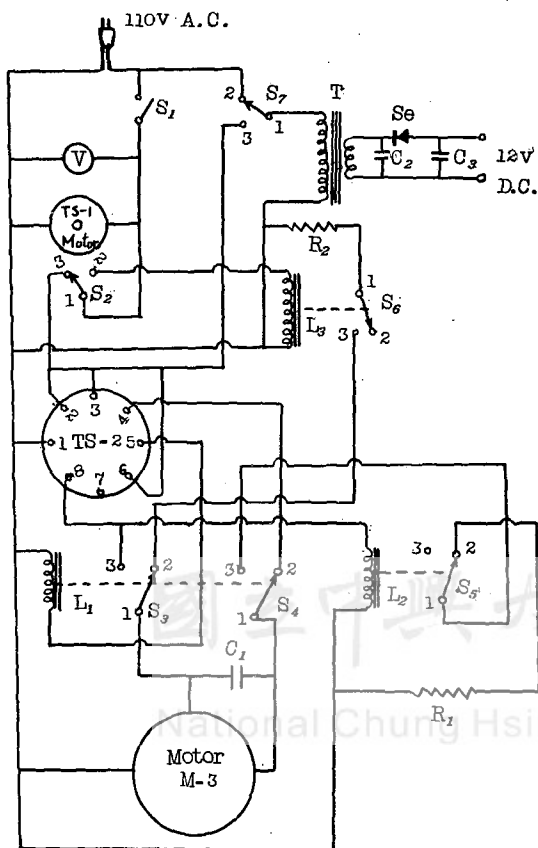


圖 7. 視聽綜合警鳥裝置之控制電路

Fig. 7. Control circuit of Audio-Visual avian-alarm equipment.

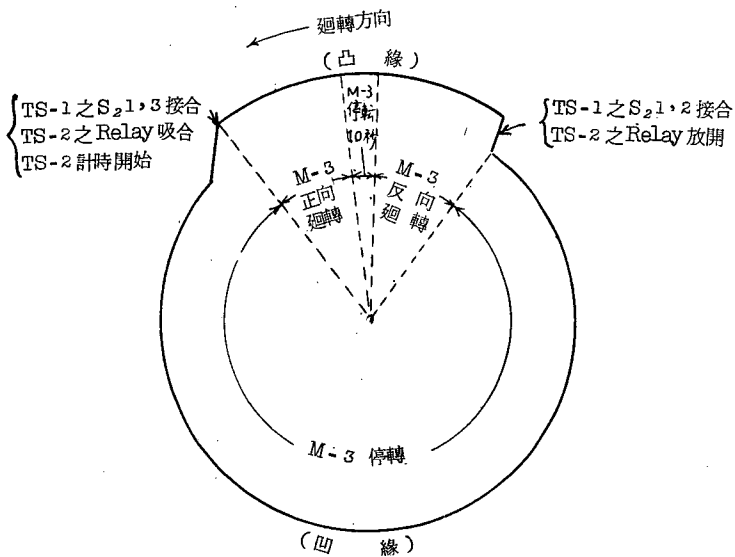


圖8 第一時控開關之時控片作用圖

Fig. 8. Acting diagram of Time-Controller on 1st Time Control switch, TS-1.

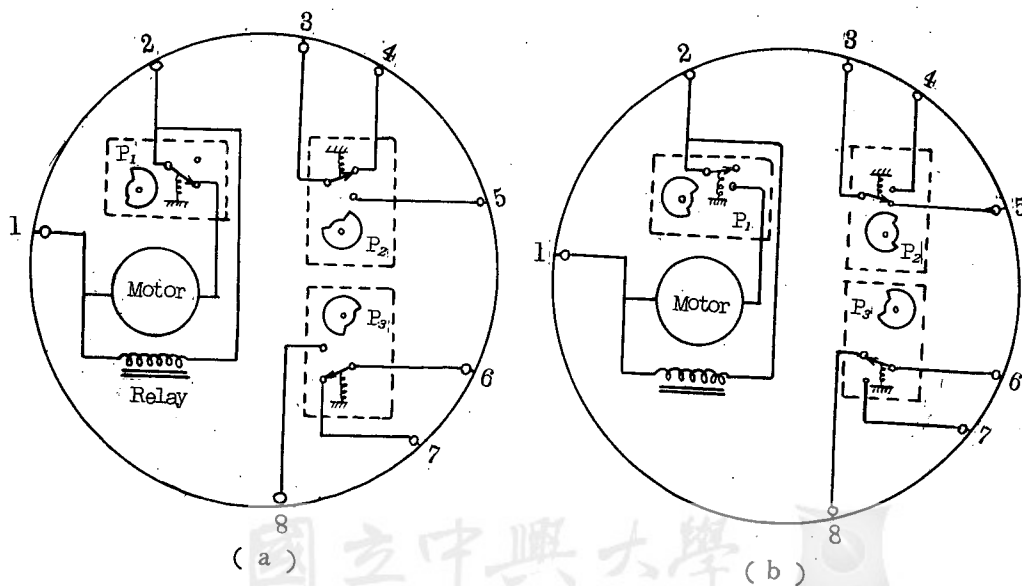


圖9 第二時控開關之作用位置(a)位置I (b)位置II

Fig. 9. Acting positions of 2nd Time Control switch, TS-2, (a) Position I. (b) Position II.

警鳥機之電源輸入係接在圖 7 所示，經矽整流電路輸出之 12 V 直流上。此時，其控制器之扭需置於「連續」之位置，如此形體驅動器之動作和警鳥機音響成爲同步。

六、結論 (Conclusions)

1. 本省稻作之鳥害防止，以第一期作秧苗期及抽穗後之乳熟期、糊熟期，第二期作結實較早之稻田，尤以糯稻，爲最重要，不能忽視。
2. 迄至目前採用之鳥雀驅拒防止法，無一種方法爲持久有效者，宜交替變化配合使用。其中，將塗有反光材料之紙帶，交錯繫結於受害田間上空，隨風飄動，閃閃走光者，似較有效。
3. 繫結彩帶時，第一期作以紅色，第二期作以黃色，似較爲宜。
4. 警鳥機雖非絕對有效，但若能適當使用，則在各種防止方法中，尙爲較有效者。其要領在於配合鳥雀進出田間之習性；一般言之，調節於作響 0.3 分鐘，停響 3 分鐘，行震抖吼叫聲響者爲佳。
5. 欲提高警鳥機之作業效果，對進食之鳥群有同時給予具警拒性質物體刺激之必要，此種方法即視聽綜合警鳥法，其以機械方式自動操作者，即視聽綜合警鳥裝置。

七、參考文獻 (References Cited)

- (1) 內田清之助，仁部富之助，葛清一：鳥獸調查報告，第一號，農商務省農務局出版，大正 12 年 8 月 31 日。
- (2) 農業機械化研究所：防鳥機に関する研究，昭和 45 年度研究成績，研究第一部（その 2），昭和 46 年 4 月。
- (3) 日本勞働科學研究所：勞働衛生ハンドブック，昭和 37 年。P 280 ~ P 288.
- (4) AV-Alarm Corporation: Control of Pest Birds by Acoustic Means. PB-12.
- (5) AV-Alarm Corporation: The AV-Alarm Method of Pest Control. July, 1970.
- (6) AV-Alarm Corporation: The AV-Alarm Method for Animal Control. PB-22.

Studies on Bird Damage to Paddy Rice and Its Control Machinery

Yang-ren Hwang*

SUMMARY

It is observed that the Formosan tree sparrow and the Formosan sharp-tailed munia as well as the Formosan black-headed munia, are the main birds to damage rice crop in Taiwan. These pest birds damage on the nursery bed and the maturing stage field of paddy rice.

As to variety concerned, the genticous rice would be more easily damaged than others, and the O.S.L. Subsp. Sen is the least. Nevertheless, the damage could not be neglected at those fields where only the O.S.L. Subsp. Sen is cultivated alone, while pest birds are quite gathering.

It is inspected that bird damage at milky stage and dough stage of rice maturing period is the most significant portion on yields and quality. However, for those easily-dropped-grain varieties, a considerable loss is observed by pecking off the grains to the ground at ripe stage.

By carrying out experiment on bird appetite with several colored rices, it is found that birds are fond of light green and white rices to eat, and they dislike red and yellow ones.

Except fire cracker and posting men around the field, no apparent difference on yields is inspected between the fields carrying out with conventional bird-alarming methods and the fields without anything.

Acoustics bird-repelling experiment shows that any pure, single sound would be insignificant, only the complicated sound would bring upon some sudden reaction. AV-Alarm Control Method, which is widely employed to get away wild birds in United States, was introduced to this island in 1971. The tests showed that if suitable installation and control techniques were performed, the new machine would work well than any other control methods, but not for the munia. Obviously, adjusting the knobs of "Freq. 1" and "freq. 2" at positions "1"--"2", so as to produce dithered warbles, is more effective than others. In this case, mainly frequency of 1000 c/s sounds is generated, which is similar to the hawk whistle.

However, the new pest control machine is difficult to keep long validity for the "civilized birds". Thus, an equipment to drive some visual imitation moving above the field with acoustics alarming synchronously, is developed to operate. Combining this equipment with AV-Alarm Tower System is named Audio-Visual Bird Repelling Equipment.

The visual imitation driver is constructed with electric motor which is operated by Time Control Switches. A circulate loop on which some imitated bodies, such as hawk or human shape are tied is driven by a rubber roller on speed reducer shaft rotating forward and backward intermittently by a direction control relay.

National Chung Hsing University

* Associate Professor, Dept. of Agricultural Education, College of Agriculture, National Chung Hsing University.