

# 關渡平原 2004 年爆發大規模水稻病蟲害與黑穗過程與原因之調查

許明晃<sup>(1)</sup> 黃文達<sup>(2)</sup> 楊志維<sup>(3)</sup> 楊佳豪<sup>(4)</sup> 吳志文<sup>(5)</sup> 盧虎生<sup>(6)</sup> 楊棋明<sup>(7)\*</sup>

## 摘 要

本研究以田野調查方式追蹤 2004 年關渡平原爆發大規模瘤野螟、白葉枯病與黑穗之過程與原因。一期稻作瘤野螟與黑穗都不嚴重，但 6/28-7/3 敏督利颱風後在關渡平原西北出現約 30~40ha 嚴重白葉枯病稻田，受害程度不同稻田以田埂為界相間排列，重者 35~50%，輕者低於 3~5%。一期稻作白葉枯病嚴重的其稻葉之葉綠素含量比輕微的都高，推測可能是施高氮肥所致。二期稻作則瘤野螟、白葉枯病與黑穗都是全面性爆發，但前者在 8~9 月就已陸續出現，且於 9/15 就很嚴重；而後二者則於 10/23~26 納坦颱風後才大規模爆發，極為嚴重，當白葉枯病達 35~50% 時，黑穗達約 15%。不論是一期稻作或二期稻作感染瘤野螟或白葉枯病，都出現不同田間以田埂為界，或相同田裡以行株為界，不同深淺綠色帶顯示感病程度輕重不同，這些色帶相間排列，且整齊和均勻。這些相關農田地理位置相同，所處氣候條件無不同，而在關渡平原，這種景觀是隨處可見。農民的施氮肥量與農田管理習慣影響其水稻罹患白葉枯病之程度與規則分佈。但在白葉枯病方面，二期移植稻比同期再生稻輕微許多，而二期移植稻葉面積指數低的亦比高的輕微許多。因此，颱風侵襲與農田管理方式是 2004 年關渡平原爆發大規模瘤野螟、白葉枯病與黑穗之主因。六月颱風是關渡平原一期稻作殺手，九月底及十月颱風是關渡平原二期稻作重殺手。

**關鍵詞：**關渡平原、瘤野螟、白葉枯病、黑穗、一期稻作、二期稻作、高氮肥、颱風侵襲、農田管理

---

<sup>(1)</sup>中央研究院生物多樣性研究中心博士後。

<sup>(2)</sup>國立台灣大學農藝學系講師。

<sup>(3)(4)</sup>中央研究院生物多樣性研究中心助理。

<sup>(5)</sup>高雄區農業改良場稻作研究室。

<sup>(6)</sup>國立台灣大學農藝學系教授。

<sup>(7)</sup>國立台灣大學農藝學系兼任副教授暨中央研究院生物多樣性研究中心副研究員。

\* 通訊作者

# Surveys on the 2004 Large-scale Burst of Rice Diseases and Blacken Panicle in Quandu Plain

Ming-Huanq Hsu<sup>(1)</sup>, Wen-Dar Huang<sup>(2)</sup>, Zhi-Wei Yang<sup>(3)</sup>, Jen-Chang Chen<sup>(4)</sup>, Jia-Hau Yang<sup>(5)</sup>, Hu-Sen Luhr<sup>(6)</sup>, Chi-Ming Yang<sup>(7)</sup>\*

## Abstract

The study is to use data analysis for onsite reconnaissance field survey to chase the rice diseases and blacken panicles in 2004 in Quandu Plain. Regular field surveys unveiled that only few blacken panicles were found at first-crop rice on Guandu Plain. However, the formation of blacken panicles as well as large scale burst of bacterial blight (*Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*) were directly and straight interrelated with typhoon. Either first- or second-crop rice infestating leaf roller or infecting bacterial blight emerged in the different fields that were bounded by footpaths or in the same field that was separated by row spacing. Green zones in different tones showed the extent of infection, and these zones separately arranged in row tidily and evenly. These fields all are within same geographic location and in same weather condition. If the fields were really affected by the gas exhausted by the incinerator, the regular distribution view would not be found at all. In Guandu Plain, such a view is seen everywhere. Meanwhile, farmer's use of nitrogen fertilizer and habit for farm management should affect extent for infecting bacterial blight of rice. Field management might affect the extent for infecting bacterial blight; and typhoon could be the direct cause for large scale burst of bacterial blight. Typhoon in June is the killer of first-crop rice of Guandu Plain while Typhoon in the end of September or October is the cruel killer of second-crop rice of Guandu Plain.

**Keywords:** Bacterial blight, Blacken panicles, Farm management, First-crop rice, Infestating leaf roller, Second-crop rice, Typhoon, Quandu Plain.

---

<sup>(1)</sup> Postdoctor, Research Center for Biodiversity, Academia Sinica, Taipei, Taiwan, ROC.

<sup>(2)</sup> Lecturer Professor, Department of Agriculture, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, ROC.

<sup>(3)(4)</sup> Research Assistant, Research Center for Biodiversity, Academia Sinica, Taipei, Taiwan, ROC.

<sup>(5)</sup> Assitant Research Fellow, Agriculture Research Station, Kaoshiung Area.

<sup>(6)</sup> Professor, Research Center for Biodiversity, Academia Sinica, Taipei, Taiwan, ROC.

<sup>(7)</sup> Associate Research Fellow, Research Center for Biodiversity, Academia Sinica, Taipei, Taiwan, ROC & Concurrent Associate Professor, Department of Agronomy, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, ROC.

\* Corresponding author.

## 前 言

稻米為台灣主要農作物，由於氣候溫暖，雨量充沛，全年可有兩期稻作。長期統計資料顯示，台灣二期稻作之平均產量低於一期稻作約四分之一，此因兩期稻作生長於明顯不同的氣象環境所致<sup>(3)</sup>。一期稻作生育期自春到夏，由較低溫及低日射量漸至高溫及多日射量的條件下生長，其稻穀生產量平均可達到 5000kg/ha 以上。二期稻作之生活史則相反，經歷自夏到秋或冬，其生長初期處於高溫及多日射量，而其生殖期及收穫期則處於低溫及少日射量。

台灣水稻主要病蟲害之發生與種類常隨耕作制度、品種、生長期及氣候條件而改變。比如，1970 年代水稻栽培品種以台南 5 號為主，而 1980 年代則以台農 67 號為主。此二品種對稻熱病都呈感性，當時只要氣候條件不當即常造成嚴重為害。其後，抗稻熱病品種育成，此病就不再嚴重，而從主要病害成為次要病害<sup>(18)</sup>。水稻蟲害亦有相似情形，如抗褐飛蝨稻種推廣後，其危害程度明顯下降<sup>(9)</sup>。

一、二期稻作之生長期所處季節時令完全不同，每一生長期多會有不同病蟲害感染或侵害。瘤野螟在一期稻作自抽穗到黃熟期輕微發生，而在二期稻作分蘗期、孕穗期、抽穗期到黃熟期幾乎都是主要發生期。白葉枯病在一期稻作孕穗期只是次要發生期，但在抽穗到黃熟期為主要發生期；二期稻作自孕穗期、抽穗期到黃熟期都是主要發生期<sup>(10,11)</sup>。稻熱病及秧苗立枯病在一期稻作為害較二期稻作嚴重；其它病害則二期稻作之危害重於一期稻作。在蟲害方面，一、二期稻作亦差異很大，對稻穀危害之損失變動頗大。在無防治措施下，一期稻作損失率為 1.6~40.2%，平均 15.4%；二期稻作則為 3.1~90.2%，平均 29.9%；中南部地區蟲害遠較北部嚴重<sup>(8)</sup>。

水稻白葉枯病是由水稻黃單胞菌 (*Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*) 所引起之細菌病害，其症狀為整個生育期均可受害，尤以秧苗期、分蘗期受害最重，各器官均可染病，其症狀因病菌侵入部位、品種抗病性、環境條件有較大差異，有葉枯型、急性凋萎型、黃化型三種類型<sup>(12,13,14,15)</sup>。典型的白葉枯病，病斑常起源於葉緣，病菌由水孔侵入，在葉片邊緣形成波浪狀黃色條紋病斑，隨著葉脈往下蔓延。水稻白葉枯病之傳播途徑和發病條件為：帶病稻草和殘留田間的病株稻樁是主要初侵染源，田邊雜草也能傳病。高溫高濕、多露、颱風、暴雨是病害流行條件，稻區長期積水、氮肥過多、生長過旺、土壤酸性都有助於病害發生。水稻在幼穗分化期和孕期易感病。

稻白葉枯病於第二期作 9~10 月容易發生，此時正值水稻抽穗至糊熟期，尤其颱風過境後葉面磨損，田間葉面濕度高，病菌便自傷口侵入，同時蔓延為害，以秈稻更易受害，目前亦無特抗之品種，高、屏地區台梗 11 號栽培面積不少，根據田間調查，發育旺盛分蘗多，部份氮肥施用過多者其組織柔弱，抗病力降低更容易罹患為害<sup>(15)</sup>。1985 年稻白葉枯病突然於第二期稻作大發生，發生地區遍佈全台各地，從此稻白葉枯病年年都嚴重發生，不論一期或二期稻作都是，且二期稻作更比一期稻作嚴重數倍。

稻瘤野螟又稱縱捲葉蟲，學名 *Cnaphalocrocis medinalis* (Guen'ee)。成蟲呈淡黃褐色，前翅前緣及外緣有暗褐色粗帶。幼蟲將葉稻縱捲而沿葉脈取食綠色之葉片組織，被害之葉片常殘留表皮，捲葉內留下大量糞便。瘤野螟為長距離遷移性害蟲，可在雜草、玉米越冬。在台灣中南部一年可發生 8~9 世代，水稻收穫後可在雜草完成一世代。產卵於水稻葉片上，每隻雌成蟲可產卵 100 至 300 粒。成蟲有趨綠與趨嫩之習性，過量施用氮肥或延期耕種，植株生長特別嫩綠繁茂之稻田，瘤野螟產卵量較多，被害亦較嚴重，又葉片較寬厚之品種被害較葉狹而薄之品種嚴重。當大部分稻田接近成熟而晚植者仍處於孕穗或抽穗期時，受害亦較嚴重。此外，幼蟲每次脫皮或受外界干擾，尤其在陰雨天，常拋棄舊蟲苞另結新苞；因此，當天氣多陰雨，則稻縱捲葉蟲為害更嚴重<sup>(10)</sup>。

稻瘤野螟通常在二期水稻較一期水稻受害嚴重，於二期作水稻分蘖盛期即可發現被害葉片，而孕穗末期至抽穗期間為發生盛期。而孕穗末期至抽穗期間為發生盛期。1971 年前在台灣只是偶發性蟲害，之後各地普遍發生，中南部受害尤烈；近來，雲嘉南地區瘤野螟發生日漸嚴重，若無防治或防治不當，可影響產量達 18~24%，是台灣近年崛起之水稻重要蟲害之一<sup>(11)</sup>。

風害是指風對農業生產造成直接或間接危害，前者如風對水稻的機械損傷與生理危害，後者則會傳播病蟲害及擴散污染物質<sup>(4)</sup>。颱風或強風危害水稻之原因有三，一為稻株受強風激烈搖擺引起葉片割傷，容易導致白葉枯病；二為抽穗期授粉不良、穀粒不稔而影響米質與嚴重減收；三為易倒伏品種因而倒伏。第二期稻作因東北季風強勁，使水稻葉片破損，若無雨時蒸發作用旺盛，水分損失過多，地下水補充不及，可導致穗葉枯萎、穀粒變褐、稔實率下降而減重。抽穗前遇強風對水稻生育影響較小。抽穗時遭強風吹襲則易造成：(1)穎花呈白色枯死而形成白穗；(2)白穗或穎花呈污褐色。若出穗後遭受風害，雖不致產量大減，但穀粒多呈黑褐色故稱黑穗，或青米及茶米數目增加而米質降低，或倒伏，或稔實受阻而使穀粒不飽和<sup>(4)</sup>。

關渡平原位於台北盆地西北方，基隆河自東向西繞於南境，匯入自南向北行於西邊之淡水河。其間雙溪、五分港溪、磺溪、貴子坑大排、水磨坑溪、舊貴子坑溪等天然溪流與人造溝渠，自東北往西南貫穿關渡平原後注入基隆河。淡水河與基隆河匯合處即為今之關渡自然保護區與關渡公園，位於關渡平原之西南角，秋冬各種鳥類會集棲息於此。農糧署(2003)長期資料顯示，關渡平原水稻面積不大，且 1991~2003 年期間大部分二期作水稻皆為再生稻。關渡平原一期作水稻產量於 1998 年前與後都呈逐年增產趨勢，而 1998 年後由於栽培品種改成台梗 8 號及耕作方式改變，而使其產量更高。1998 年之後二期作再生稻產量亦呈增產趨勢，但之前則呈減產趨勢。不論是 1998 年之前或之後，長期以來關渡平原二期作再生稻產量只是其一期作移植稻之 4~6 成產量而已。因此，1998 年之後關渡平原水稻產量並未因焚化廠之運轉驟減或逐年減產<sup>(6)</sup>。

農糧署資料顯示，關渡平原於 1997 年之一及二期稻作做都曾出現大規模白葉枯病，但對產量影響不顯著。1998~2003 年間農糧署資料則無發生白葉枯病之記錄，但是孫和沈<sup>(1,2)</sup>之調查報告則提到，關渡平原於 1999 及 2000 年都有水稻白葉枯病，至於受害面積則未知。有些農民反應，北投垃圾焚化廠於 1998 年開始運轉後，白葉枯病及黑穗更為嚴重且有惡化之趨勢。因此，本研究以田野調查方式追蹤 2004 年關渡平原一期與二期稻作爆發大規模瘤野螟、白葉枯病與黑穗之過程與原因。

## 材料與方法

### (一) 建立固定之調查路線

建立最佳的固定時間之固定調查路線，是為能到達最有代表性之樣區及節省現地探勘時間。依機車容易進出之路線共分為 13 個區域，其順序分別為：(A)社子島蔬菜專業區；(B)文林北路 53 巷福裕宮附近；(C)洲美街 196 巷、焚化廠東、五分港、漢諾威馬場之洲美段；(D)大度路以南、貴子坑溪以東、八仙里、中八仙(承德路七段 401 巷)；(E)大度路以南、貴子坑溪以西、八仙里、下八仙；(F)關渡自然保育區與自然公園；(G)貴子坑溪以東、番子厝溝南側、大度路以北之豐年段；(H)貴子坑溪以東、番子厝溝北側之豐年段；(I)貴子坑溪西緊臨路旁；(J)北投機廠南側及舊貴子坑溪以北；(K)一德里與忠義站東南之一德里一帶；(L)大度路以北、貴子坑溪以西之關渡段；及(M)大業路以西、農禪寺北一帶。以上之固定路線基本上可以涵蓋整個關渡平原與社子島大部份農田，包括水稻與蔬果田。本研究自 2004/4/25~12/31，基本上每二週至少巡察一次，總共進行了三十二次現地探勘。

### (二) 定期拍照

經過定期巡邏探勘與不定期探訪，一共以數位相機拍攝了超過 3500 張照片。大致針對固定角度、固定距離之固定對像進行拍照存影。這些照片是監測關渡平原水稻病蟲害之最佳地真資料。

### (三) 颱風記錄

自中央氣象局取得最鄰近關渡平原 2004 年之氣象資料，包括影響關渡平原之颱風、寒流、酸雨、累積降雨量、平均相對溼度、日照率、平均氣溫、土壤溫度、與累積全天日射量等。本文使用侵襲北台灣的颱風資料。

### (四) 受害程度之鑑定

1. 白葉枯病調查標準如下：逢機取 3 櫟水稻植株，調查劍葉及劍葉以下之第 1 葉與第 2 葉白葉枯病罹病病斑面積，與該 3 葉總葉面積比值百分比，視為白葉枯病罹病率。
2. 瘤野螟(稻縱捲葉蟲)調查標準如下：逢機取 3 櫟水稻植株，調查每櫟受蟲害分

藥百分比後，計算 3 櫟之平均即為瘤野螟危害比率。

3. 黑穗調查標準如下：逢機取 3 櫟水稻植株，調查每櫟內黑穗（一穗中穀粒 50% 以上變黑、受害無法充實）穗數比率，取 3 櫟之平均，即為水稻受害黑穗比率。

## 結果與討論

### 一、水稻生育期間颱風出現的頻率

2004/6/28-7/3 有敏督利颱風，正值關渡平原一期稻作的黃熟期，對稻穀稔實影響較小，但引來一德里附近大面積的白葉枯病。雖然當地白葉枯病的感染程度有輕重之別，當時輕者約 5%，而重者 30~40%。2004 年關渡平原一期稻作於敏督利颱風來襲前，一切生長勢都非常好，最後仍算豐收。2004 年的二期稻作，於秧苗期有 8/10~13 蘭寧颱風，營養期有 8/23~26 艾莉颱風，生殖期有 9/11~13 海馬颱風，而乳熟期更有 10/23~26 納坦颱風（表 1）。其中納坦颱風過後，整個關渡平原出現大量黑穗與全面爆發白葉枯病。2004/11/5 之大規模疫情調查顯示，當時感染程度已是低者達 15~20%，高者達 40~45%，極為嚴重。

### 二、一期稻作疫情

經過 5~7 月的巡邏追蹤、及參與農糧署之坪割，使我們可以掌握 2004 年整個關渡平原各農田之相關地理位置及一期稻作之病蟲害種類與分佈。有數種較嚴重之病蟲害陸續被發現，包括瘤野螟、稻負泥蟲、二化螟空穗與白穗、及白葉枯病，它們各有不同之主要分佈位置與出現之時期。

造成空穗與白穗較多之二化螟區域在大度路以北、貴子坑溪以東及水磨坑溪以南之部份農田共約 5~7 公頃，而其產量依鄰田坪割資料判斷，應在每公頃 5400 公斤左右。瘤野螟在承德路六段附近有一約 5 分之稻田較嚴重，且其鳥害亦極嚴重，但其產量尚達每公頃 5690 公斤（農糧署 2004 年一期稻作坪割資料）。稻負泥蟲在中八仙之一塊面積約四分地香米田（台農 71 號）特別嚴重，該區本採用有機栽培，在營養生長期都未噴農藥，直到開花抽穗前已有約 50~60% 稻葉感染才進行藥劑處理，但其產量仍達每公頃約 5400 公斤，與鄰近香米田產量無差別。

在白葉枯病方面，2004 年仍以一德里捷運忠義站東南一帶，即位於整個關渡平原或焚化廠之西北方最嚴重，其感染程度約 40~50%，且分佈最廣，總面積約 30-40 公頃。另在大度路以北之貴子坑溪兩側，有小面積白葉枯病較嚴重之稻田，各約 1 分地及 1 甲地，其感病程度約 30~40%。其它區域較輕微或無。

關渡平原一期稻作之插秧日期比中南部晚 1~2 個月之久，此因南北氣溫差異所導致，也因此關渡平原一期稻作收割遲至 7/15~8/5 之間才完成。明顯的，中南部一期稻作自插秧到收割不易碰到颱風，但關渡平原一期稻作於成熟期間則容易撞到台灣夏季剛開始的颱風。2004 年一期稻作白葉枯病病情都出現在 7/1 敏督利颱風過後約一週與七月中旬收割前，而且大都集中在關渡平原西北方向的一德里一帶約 30~40 公頃，當時穀粒已飽實，故對產量影響不顯著甚或無影響（圖 1）。

2004 年 6/28~7/1 敏督利颱風來臨前，除少數稻田出現瘤野螟外，整個關渡平原一期稻作正處於黃熟期，生長勢良好，一切欣欣向榮，豐收可期。但是颱風過後，關渡平原西北方的一德里出現大面積嚴重的白葉枯病，植株葉色枯黃，其它地區則輕微或未感染，其顏色仍青綠。承德路六段有二稻田，以田埂為界，地勢一稍高一稍低，都屬於同一農戶，於 2004/7/16 進行坪割時，地勢稍高稻田其瘤野螟嚴重，稻葉枯黃，與一埂之隔地勢稍低之稻田的青綠色成明顯對比（圖 2A）。北投捷運機廠與舊貴子坑溪北之間，以灌溉溝渠為界的二稻田，敏督利颱風後 2004/7/17 時，一則感染白葉枯病非常嚴重，且有輕微倒伏，一則很輕微無倒伏。此二田區分屬不同農戶且水稻品種也不同，嚴重者是種台農 67 號（TNG67），輕微的是種台梗 8 號（TK8）（圖 2B）。其中較嚴重的白葉枯病稻田，大都為同一農戶所耕種。這些枯黃與青綠的大面積稻田，以田埂為界，界線分明（如圖 2C~G），可見農田管理方式是影響一期稻作感染或為害程度輕重的主要因素。

### 三、二期稻作疫情

關渡平原 2004 年二期稻作主要病蟲害種類與一期稻作相似，出現順序亦相同，分別是二化螟、瘤野螟及白葉枯病。二化螟及空穗與白穗較明顯出現之範圍仍以一期稻作之位置為主，即以水磨坑溪以南、貴子坑溪以東與魚鰻溝以北之約 5~7 公頃為主。瘤野螟最早於 2004/8/14 前就已很輕微出現於在承德路六段附近稻田及洲美街 196 巷附近，後者即在焚化廠東南一公里以內。而後侵害面積越來越廣，受害程度越來越嚴重。2004/10/2~16 受害面積涵蓋整個關渡平原所有二期稻作田，完全沒有例外，但輕重分明，且有規則分佈之現像。白葉枯病出現時間比瘤野螟慢，在 2004/10/16 的似已極輕微出現，當時瘤野螟已甚為嚴重，故前者之症狀可能被後者所掩蓋而不明顯或未呈現，此推論尚無法確定。但白葉枯病明確且大量出現於 2004/10/23~26 納坦颱風之後，此在 2004/10/31 探勘所拍攝之大量照片可以看出。幾乎是在短短一週，就使得整個關渡平原被白葉枯病所席捲，受害程度幾達 100%。

#### （一）二期稻作黑穗、白穗、空穗

由於關渡平原二期稻作除漢諾威馬場附近及八仙里有少數田是移植稻與直播稻外，其它都是再生稻。八月中旬有些再生稻即已抽穗。這些早抽穗的再生稻絕大部

份分佈在田埂邊，比其它稻樁長得快而高，通常這些早抽的穗即可看到空穗、白穗，甚或少數稻穀出現局部黑色，若進入乳熟期，易為鳥所擠食而使剩餘白米漿滯留在稻殼外。

2004/8/14 的探勘顯示，這類稻穗為數不多，且黑穗不普遍(圖 3A)。隨著二期稻作生長，早抽穗的稻穗增加，大多數仍是空穗或白穗。2004/10/2 二期稻作進入抽穗期，出現更多量的空穗或白穗，除田埂邊外，同一坵塊田內也大量出現(圖 3B)。除有二化螟所引起之白穗外，是否有其它原因則尚未知。但這些穗中，黑穗仍不多。文獻記載二期稻作期間，正值東北季風，穎花成白色枯死而形成白穗<sup>(3)</sup>。我們推斷，這些早抽的稻穗出現高比例的空穗與白穗，可能與累積溫度不足，光合作用積儲不夠，使得澱粉合成不夠等生理有關。

2004/10/31 的固定路線大規模探勘，顯示很大比例的原本是健康的且已稔實稻穗都呈現黑穗狀(圖 3C)。另外，穗抽得比葉片高的全部於敏督利颱風過後變為黑色，黑穗突出，場面壯觀，與新穗對比強烈(圖 3D 和 E)。2004/11/5 的大規模疫情調查顯示，黑穗程度有的低於 5%，有的高達 55~60%，而 20~25% 則很普遍。2004/8/14、9/18 與 10/2 看到的黑穗很難確定原因，雖然同期間有 8/10-13 蘭寧颱風、/8/23~26 艾莉颱風、與 9/11~13 海馬颱風。但 2004/10/31 探勘及 2004/11/5 大規模疫情調查都顯示，舊稻穗(颱風前就已抽出的稻穗)才有黑色，而新穗則外表至少都是健康的與青綠的。此也明確顯示，2004/10/23~26 納坦颱風侵襲是造成關渡平原出現遍存的黑穗(blacken panicle)之直接原因，不只造成稻殼變黑，也同時造成整個關渡平原其它植物葉片撕裂與葉緣枯黑，包括破布子、桑樹、黃秋葵、樟樹、甘藷等，顯示納坦颱風侵襲期間有類似焚風現象，此與孫和沈(2002)<sup>(2)</sup> 報告相似。孫和沈(2002)亦黑穗樣品以顯微鏡觀察，確定黑穗之形成與蟎類無關，只能懷疑是生物性病蟲害以外之原因，如強烈風雨之氣象因素、範圍廣泛之環境污染等。

## (二) 二期稻作瘤野螟嚴重及規則分佈現象

相對於一期稻作，關渡平原二期稻作的瘤野螟實在嚴重很多。2004 年關渡平原的瘤野螟最早於 8/14 的現地探勘時就於承德路六段附近稻田及洲美街 196 巷附近首次發現，後者即在焚化廠東南一公里以內。當時二稻田尚屬輕微症狀。2004 年整個關渡平原的瘤野螟似乎是於 10/2 後侵害面積越來越廣，為害程度越來越嚴重，較輕微者約 10~15%，較嚴重者可達 30~40%。10/2~16 受害面積涵蓋整個關渡平原所有二期稻作田，完全沒有例外，但輕重分明，且有規則可循。如圖 4 一德里稻田約四公頃，以田埂為界。2004/9/18 時，左邊田全部已比較嚴重的被瘤野螟侵害，受害程度約 10%，而右邊田整片則很輕微，受害程度低於 1%。2004/10/2 及 10/16 時，左右兩邊田仍呈現涇渭分明之為害程度，亦即仍是左重右輕，當左邊田之受害程度約為 20~25% 時，右邊田只約 10~15% (圖 4)。值得注意的是，此二田區屬同一農戶且微氣候類似的農田管理方式是一致的，但右邊田區為為移植田。



### (三) 二期稻作白葉枯病嚴重及規則分佈現象

不論一期或二期稻作，白葉枯病出現的時間都比瘤野螟慢約 1.5~2 個月，且與颱風有關。與一期稻作比較，關渡平原二期稻作的白葉枯病又嚴重更多更廣，可謂是全面性爆發，涵蓋整個關渡平原。如圖 5 關渡平原西南方之下八仙，靠近關渡自然保護區的下八仙附近，其二期再生稻感染白葉枯病之農田，出現嚴重與輕微不一，但相鄰而整齊分佈之現象。2004/11/13 的照片顯示，圖 5-A 的左邊田感染輕微約 3~10%而呈較綠色，而其右邊田感染嚴重約 25~35%呈較黃白色，兩條色帶都達 500 公尺。圖 5-B 的左邊田即為圖 5-A 的右邊田，其右邊田則為另一亦長達 500 公尺之感染輕微之較綠色帶。圖 5-C 和圖 5-D 顯示前述稻田，自側面拍攝即得另一黃綠相間排列之景觀。顯然的，這種以田埂為界的分佈現象，又是不同農戶因管理方式不同所形成的。圖 5-E 顯示，同一農田內以行株為界，出現黃綠相間之整齊排列，代表感染白葉枯病之程度明顯不同。

關渡平原二期再生稻與移植稻罹患白葉枯病之感染程度也有明顯差異，移植稻較輕微而再生稻則嚴重很多。圖 6-A 展示漢諾威馬場附近再生稻與移植稻之相關位置。A1~A6 都是移植稻田，B1~B5 都是再生稻田 (圖 6)。圖 6-B 中，左為移植稻田 A1，右為再生稻田 B1。圖 6-C 左為再生稻 B2，右為移植稻田 A3。圖 6-D 中，左為移植稻田 A4，右為再生稻田 B2。圖 6-E 中，左為再生稻田 B3，右為移植稻田 A4。圖 6-F 中，同一稻田內感染程度不同，且排列有序。圖 6-G 中，全部都是移植稻田 A7。這些照片都拍於 2004/11/13。所有照片都顯示再生稻感染白葉枯病的程度都比移植稻嚴重很多。當再生稻受害程度高達 40~50%時，移植稻則只有約 25~35%。再生稻與移植稻就已表示農田管理的主人完全不同。再生稻的生長速度比移植稻快，葉片較寬，葉面積指數 (leaf area index) 累積較快，株高最後比移植稻高約 15 公分，此都可能是再生稻感病較嚴重的原因。再加上有些農民明顯施重肥，更易導致各種病蟲害的發生。

北投垃圾焚化廠東南側約 500 公尺遠之洲美里，同一稻田內二期稻作白葉枯病感染程度不同，出現有趣的整齊排列之景象(圖 7)。圖 7-A 是焚化廠東及南側稻田之相對位置。圖 7-A 中之字母 B、F 及 G 與照片之字母相對應。圖 7-B 是稻田 B 中之左半部出現之感染嚴重與輕微，二者相間排列之規律現象，嚴重者約 30~40%，輕微者約 20~25%；此照片自西南向東北方向拍攝。圖 7-C 是稻田 B 中之右半部出現之規律現象，此照片亦自西南向東北方向拍攝。圖 7-D 和圖 7-E 則是稻田 B 之北與東邊田埂旁出現較嚴重之罹患白葉枯病，即紅色箭頭所指之行株。圖 7-F 為緊鄰稻田 B 西南側之二期稻作屬均勻較輕微感染，約 20~25%。圖 7-G 是緊鄰稻田 B 東北側之二期稻作亦出現整齊排列之景象。

## 結論

北投垃圾焚化廠之排放氣體，當然有可能因為氣候條件而沉降在關渡平原、社子島及其鄰近山區，若長期對同一植被沉降焚化廠之排放氣體，很可能造成損傷，而這種損傷則可能是多面向的。但，不論何種氣候條件下排放氣體之沉降，對同一大地區(大農田)或同一小地區(小農田)之植被(或農作物)而言，基本上都是隨機沉降、隨機分佈的，亦即絕對不會出現整齊劃一、均勻分佈的規則排列之景觀。如前面描述的，不論是一期稻作或二期稻作受瘤野螟侵害或被白葉枯病感染，都出現排列整齊的不同深淺綠色帶。這些相關農田地理位置相同，所處氣候條件也無不同，若焚化廠之排放氣體物確有影響，絕不會產生這類規則分佈之景觀。而在關渡平原，這種景觀卻是隨處可看到的。因此，應可排除 2004 年北投垃圾焚化廠的排放氣體及粒狀物影響關渡平原水稻生長，尤其是植被的地上部部份之生長發育與產量部份，並未受到焚化廠排放氣體及粒狀物之影響。更進一步說，只有不同農田管理方式及颱風之影響才能合理解釋這些有趣的規則分佈現象。

根據感病程度輕重有別之規則排列現象，顯示關渡平原瘤野螟與白葉枯病之大流行，絕非焚化廠排放氣體所直接造成，而是颱風，尤其是乳熟期和黃熟期碰到的九月下旬與十月颱風，影響最大與最嚴重。這應是關渡平原一期稻作與二期稻作得白葉枯病的最重要因素。今年一期稻作若無 2004/6/28-7/3 敏督利颱風來襲，絕對不會在一德里爆發白葉枯病。而二期稻作若非碰到 2004/10/23-26 納坦颱風，也不會爆發全關渡平原的白葉枯病之嚴重疫情。歷年來颱風與產量資料對比顯示，一期稻作會受六月颱風較嚴重之影響，而二期稻作則明顯會受到九月底與十月颱風的嚴重影響，白葉枯病都隨著颱風過後而大規模爆發。

颱風造成水稻黑穗、稻葉撕裂與白葉枯病外，也一樣會造成其它各種植物傷害。尤其是颱風期間的焚風，造成各種植物的影響是普遍的。納坦颱風過後，水稻黑穗與各種植物葉緣枯黑的大量出現，顯示 2004/10/23-26 納坦颱風期間會同時出現焚風。而颱風引爆白葉枯病，焚風引起水稻黑穗。

六月颱風是關渡平原一期稻作殺手，九月底及十月颱風是關渡平原二期稻作重殺手。颱風侵襲以秧苗期和營養期最多次，而影響最嚴重的是生殖期與乳熟期。若此時期遇到狂風暴雨或病蟲害，則產量勢必受到明顯影響。影響關渡平原二期稻作產量最明顯的是九月下旬及十月的颱風。2004 年關渡平原一期稻作之黑穗出現的不多，但二期稻作黑穗則於 93/10/23-26 納坦颱風過後大量出現，且颱風過後才抽的新穗都非常正常。根據二者出現時程，颱風期間的焚風或熱風才是造成水稻黑穗的直接因素。

## 參考文獻

1. 孫岩章、沉偉強。2000。台北市北投垃圾焚化廠廢氣是否影響附近農林作物之調查及鑑定評估計劃(第一期)期末報告。台北市北投垃圾焚化廠。2000年12月22日。
2. 孫岩章、沉偉強。2002。台北市北投垃圾焚化廠廢氣是否影響附近農林作物之調查及鑑定評估計劃(第二期)期末報告。台北市北投垃圾焚化廠。2002年1月25日。
3. 黃真生。1979。台灣水稻第二期作低產之原因。台灣二期作稻低產原因及其解決方法研討會專集。Pp. 29-36。
4. 黃益田。2003。風害。植物保護圖鑑系列下冊：水稻保護。行政院農委會動植物防疫檢疫局。Pp. 411-414。
5. 農委會農糧署。2003。台北市北投地區關渡平原水稻相關資料。
6. 黃文達、許明晃、楊志維、楊佳豪、陳建璋、盧虎生、楊棋明。2005。關渡平原歷年水稻產量之分析。科學農業。(已接受排版中)
7. 歐世璜。1971。熱帶地區之水稻白葉枯病。邱人璋編著「稻作病害」, pp. 99-112。中國農村復興聯合會水稻病害研討會論文集。1969年9月9-12日。台北。
8. 鄭清煥。1978。台灣一、二期稻作蟲害發生情形及其對產量之影響。Pp. 191-205。台灣二期作稻低產原因及其解決方案研討會專輯(謝與劉編)。行政院國家科學委員會專集(二)。台北。
9. 鄭清煥。1995。水稻害蟲之綜合防治。Pp. 166-178。永續農業研究與推廣之進展研討會專集(林與洪編)。中華永續農業協會編印。
10. 鄭清煥。2002a。台灣水稻病蟲草害概述及防治管理。植物保護圖鑑系列上冊：水稻保護。行政院農委會動植物防疫檢疫局。Pp. 8-12。
11. 鄭清煥。2002b。瘤野螟。植物保護圖鑑系列上冊：水稻保護。行政院農委會動植物防疫檢疫局。Pp. 128-134。
12. 謝式垚。1971。稻白葉枯病抗病性檢定。邱人璋編著「稻作病害」, pp. 113-122。中國農村復興聯合會水稻病害研討會論文集。1969年9月9-12日。台北。
13. 謝式垚。1978a。水稻白葉枯病病原細菌 *Xanthomonas oryzae* 之生態。邱人璋編著「水稻病蟲害：生態學與流行學」, pp. 167-184。中國農村復興聯合會水稻病害研討會論文集。1977年5月17-21日。台北。
14. 謝式垚。1978b。影響水稻白葉枯急性萎凋病徵發生之因子。邱人璋編著「水

稻病蟲害：生態學與流行學」，pp. 185-198。中國農村復興聯合會水稻病害研討會論文集。1977年5月17-21日。台北。

15. 謝式垚鈺。2003。水稻白葉枯病。植物保護圖鑑系列下冊：水稻保護。行政院農委會動植物防疫檢疫局。Pp. 323-338。
16. 謝式垚鈺。2003b。空氣污染物對水稻之傷害。植物保護圖鑑系列：水稻保護。行政院農委會動植物防疫檢疫局。Pp. 415-426。
17. 謝順景。1979。台灣一、二期作稻產量構成因素及其他性狀表現之差異第二期作稻作低產原因及其解決方法研討會專集。Pp. 49-50。行政院國科會專刊第4號。
18. 蔡武雄、簡錦忠。1986。台灣稻作病害及防治。Pp. 181-198。四十年來台灣地區稻作生產改進專輯。黃正華先生農學獎學金基金會出版。台灣台中。

表 1. 2004 年關渡平原稻病蟲害與影響北台灣颱風出現之時程。

發生期	颱風日期	颱風名稱	病蟲害與鳥害
一期稻作			
秧苗期		無	生長良好
營養期		無	生長良好
生殖期		無	生長良好
乳熟期		無	黑穗很少、二化螟與負泥蟲集中在少數稻田
黃熟期	6/28-7/3	敏督利	黑穗很少、二化螟與負泥蟲集中在少數稻田 瘤野螟在少數稻田出現
收穫期			敏督利颱風後在一德里出現嚴重白葉枯病，但有規律性輕重之別，未出現黑穗
二期稻作			
秧苗期	8/10-13	蘭寧	早抽穗出現空穗白穗，黑穗極少
營養期	8/23-26	艾莉	早抽穗出現空穗白穗，黑穗極少
生殖期	9/11-13	海馬	瘤野螟大量出現
乳熟期	10/23-26	納坦	瘤野螟蟲嚴重* 白葉枯病大量出現* 颱風過後老穗形成大量黑穗 颱風過後新抽之穗健康正常
黃熟期	12/2-4	南瑪都	整個關渡平原白葉枯病極為嚴重*
收穫期		無	幾乎所有稻葉都枯白*

\*移植稻、稻株較疏田與有適當農田管理者較輕微。



圖 1. 關渡平原 2004 年一期稻作罹患白葉枯病情形。A 及 B 為同一稻田，位於西北方一德里，距北投垃圾焚化廠約 5km，分別於敏督利颱風後約 1 及 3 週所拍攝，白葉枯病受害極嚴重。C 田位於中八仙，距焚化廠約 1km，無白葉枯病，此拍於颱風後約 3 週。不論有無白葉枯病，穀粒都稔實良好，金黃飽滿。



圖 2. 關渡平原 2004 年一期稻作瘤野螟侵害及感染白葉枯病造成黃綠相間之規則排列景觀。A，承德路六段二稻田，病情左輕右重，同一農戶。B，北投捷運機廠南二稻田，病情左重右輕，不同農戶。C~D，相鄰二稻田，病情左重右輕，不同農戶。E，相鄰二稻田，病情左輕右重，不同農戶。F，黃綠相間之規則排列景觀。G、H、I 和 J，自舊貴子坑溪土堤上不同位置向西拍攝之大面積黃綠相間規則排列之一期稻作。C~J，所有黃色帶稻田都是由同一農戶耕種。



圖 3. 關渡平原 2004 年二期稻作黑穗、白穗、空穗與颱風出現之時程。A，8/14 拍攝(8/10~13 蘭寧颱風過後)；B，9/18 拍攝(9/11~13 海馬颱風過後)；C，10/2 拍攝(9/11~13 海馬颱風過後)；D，10/31 拍攝(10/23~26 納坦颱風過後)；E，11/13 拍攝(10/23~26 納坦颱風過後)。





圖 4. 關渡平原 2004 年一德里二期稻作田瘤野螟侵害時間及程度不同。左右二田都是同一農戶所耕種，但侵害時間及程度不同。左邊田顯然侵害較早，且較嚴重。A、B 和 C 分別攝於 9/18、10/2 及 10/16。



圖 5. 關渡平原下八仙 2004 年二期再生稻感染白葉枯病農田出現嚴重與輕微不一但整齊分佈之現象。這些照片拍攝於 2004/11/13。A，左邊稻輕微，右邊稻嚴重；B，左邊稻嚴重，右邊稻輕微；C 和 D，前述稻田側向拍攝，嚴重和輕微稻田顏色分明且相間排列；E，同一稻田感染程度有差異，但亦排列整齊。

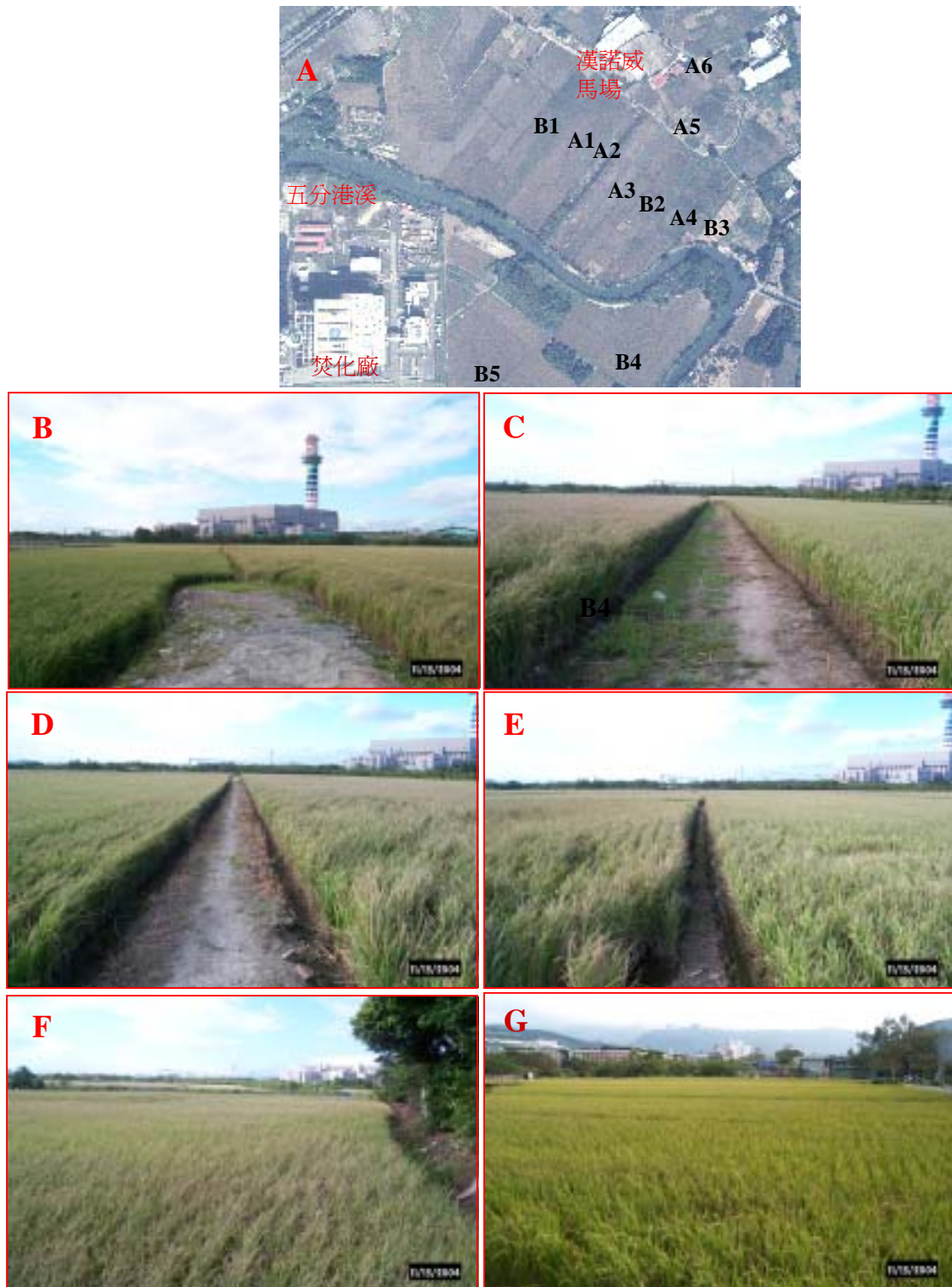


圖 6. 關渡平原 2004 年二期再生稻與移植稻感染白葉枯病之程度不同。A, 再生稻與移植稻在漢諾威馬場附近之相關位置。A1—A6 為移植稻田, B1-B5 為再生稻田。B, 左為移植稻 A1, 右為再生稻 B1。C, 左為再生稻 B2, 右為移植稻 A3。D, 左為移植稻 A4, 右為再生稻 B2。E, 左為再生稻 B3, 右為移植稻 A4。F, 同一稻田內感染程度不同, 且排列有序。G, 全部都是移植稻 A7。所有照片攝於 2004/11/13。白葉枯病在再生稻都比移植稻嚴重很多。

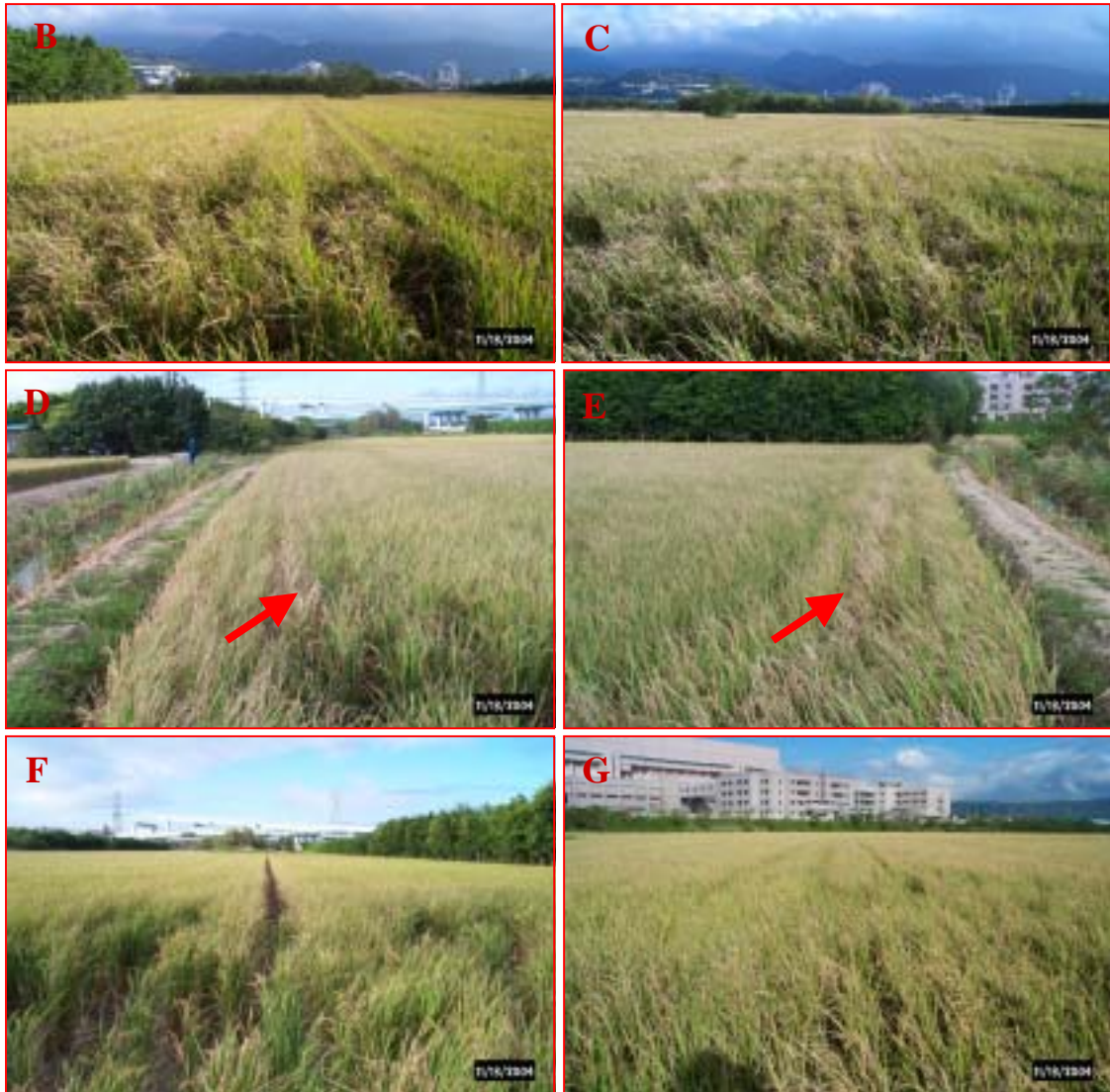
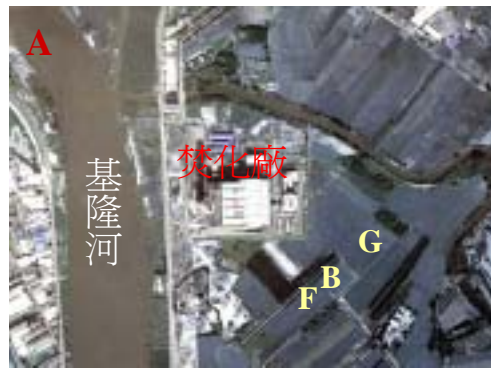


圖 7. 焚化廠東及南側洲美里 2004 年二期稻作同一稻田感染程度不同白葉枯病，出現整齊排列之景觀。A，焚化廠東及南側稻田之相對位置，圖 A 中之字母 B、F 及 G 與照片之字母相對應；B，稻田 B 中之左半側出現之嚴重與輕微感染相間排列之規律現象，此照片自西南向東北方向拍攝；C，稻田 B 中之右半部側出現之規律現象，此照片亦自西南向東北方向拍攝；D 和 E，稻田 B 之北與東邊田埂旁出現較嚴重之罹患白葉枯病，紅色箭頭所指；F，緊鄰稻田 B 西南側之二期稻作屬均勻輕微感染；及 G，緊鄰稻田 B 東北側之二期稻作亦出現整齊排列之景象。