

# 臺灣之季風及其對作物栽培影響之研究\*

黃大宏<sup>1</sup>

楊之遠<sup>2</sup>

## 一、前言

季風之形成係由於陸地與鄰接海洋之溫差太大，產生顯著對比之結果。臺灣位於亞洲大陸與太平洋之交界地帶，季風現象因此特別顯著。影響臺灣地區之季風有兩種，一為冬季盛行之東北季風，另一種是夏季之西南季風；二者秉性不同，對臺灣地區氣候之影響亦異。一般而言，東北季風始於十月至翌年三月而終，吹襲時間較長，又因其風向與行星風系之信風重合，故風速強勁，對臺灣沿海地區作物栽培之影響較大，常對西部沿海地區二期水稻及秋裏作造成災害損失。西南季風影響時間較短，大致在六、七、八三個月。其風向與信風方向相反，故風速較東北季風弱。但因來自赤道低緯度之海洋地區，經常挾帶充沛之水汽，是夏季主要之雨量來源 (蔣, 1954)。

由於冬季東北季風風速強勁，歷年來對臺灣沿海地區之農作物常常造成災害損失，同時國內以往之農業氣象災害研究多偏重於寒害及雨害，鮮少有關風害之研究。本研究以農業氣候學之觀點，探討臺灣東北季風與西南季風之消長；劃分受季風影響顯著之地區；調查歷年來季風對臺灣地區農業造成之災害損失，及對主要栽培作物產量之影響。本研究亦實地調查沿海各地之防風材料與環境背景，藉以瞭解是否有地域性之差異。本文提出可能的改善方法，以減少冬季東北季風對臺灣沿海地區農作物之風害損失，延長沿海農作物之栽培時期，提供農友及有關單位參考。

## 二、研究方法

1. 定義北風指數：依照 Radke 和 Hagstrom 最早之方法 (楊等, 1984)，利用中央氣象局所屬新竹、梧棲、臺中、嘉義、恆春、澎湖等觀測站，1957~1984 年之風向資料計算之，並繪出各站全年各旬之北風指數變化，用以研判東北季風與西南季風之消長。

2. 以中央氣象局所屬各測站之風向資料，分別計算各站三種不同之季風指數，依測站之位置標定，並以 50 為顯著基準值，做等值線，劃分季風顯著區域。三種不同之季風指數分別是：

a.  $I_H = \text{仲冬風向頻率差最大值} + \text{仲夏風向頻率差最大值}$  (Hann, 1908)

b.  $I_S = (F_1 - F_7) + (F_7' - F_1')$  (Schick, 1953)

$F_1$  表示一月之盛行風向頻率

$F_7$  表示七月之同風向頻率

$F_7'$  表示七月之盛行風向頻率

$F_1'$  表示一月之同風向頻率

c.  $I_K = \text{一月和七月來自同一方向的頻率最大差值和來自反方向之風向頻率最大差值之和}$  (Kao et al, 1962)

3. 根據臺灣農業年報 (臺灣省政府農林廳) 1955~1985 之資料，分析歷年農作物之季風災害。

4. 在臺灣沿海各縣，就同一緯度，分別選擇位於沿海及內陸之鄉鎮各一，根據糧食局編印之臺灣糧食統計要覽 (臺灣省糧食局, 1979~1984) 中，該等鄉鎮之水稻單位面積產量，調查分析沿海與內陸鄉鎮之水稻單位面積平均產量是否有差異。

5. 以澎湖地區為例，根據澎湖測站 1970~1984 之逐日平均風速資料，將風速按  $\leq 1.0 \text{m/sec}$ 、 $1.1 \sim 3.0 \text{m/sec}$ 、 $3.1 \sim 6.0 \text{m/sec}$ 、 $\geq 6.1 \text{m/sec}$  等四個等級劃分，以日平均風速出現  $3.1 \sim 6.0 \text{m/sec}$  及  $\geq 6.1 \text{m/sec}$  之頻率達 50%，作為農作物風速安全栽培期限之劃分基準，當頻率高於 50% 時，即屬風害危險期，罹受季風災害之機會很大 (曾等, 1984)。

6. 親赴現場實地調查，瞭解各地防風設施所使用之材料。

## 三、結果

### 1. 臺灣地區東北季風與西南季風之消長

\* 收稿日期：76年4月30日

送審日期：76年5月4日

本文為第一作者之碩士論文

1. 中國文化大學地學研究所碩士

2. 中央氣象局簡任技正

由圖一顯示臺灣各地由東北季風轉變成西南季風之時間大約是在五月下旬至六月上旬之間；西南季風轉變成東北季風之時間，大致在九月上、中旬之間。各地北風指數變化趨勢一致，惟受地形影響，各地季風之主要盛行風向不同。例如嘉義係平原地區，在冬季盛行北風，指數值較高，於一月上旬可達 89.1（見表一）；新竹則受地形之影響，盛行東北風，指數值較低，於一月上旬僅為 67.5。在夏季嘉義盛行南風，新竹盛行西南風。由此可見，各地北風指數之變化略有不同，尤其恆春全年均以東北風較多，在六、七、八月之北風指數均高於其他各地。臺中地區由於北面有雪山山脈，西南方有大肚臺地之影響，全年北風指數之變化較小。儘管有此差異，作者認為應以嘉義及澎湖測站之變化較具代表性，可明確地表示出臺灣東北季風與西南季風之消長關係。

## 2. 臺灣之季風顯著區域

(1) 由表二中發現有基隆、新竹、臺中、日月潭、嘉義、玉山、澎湖等七個測站之  $I_H$ ,  $I_S$ ,  $I_K$  值均相等。

例如澎湖之  $I_H = I_S = I_K = 84.2$ 。另外加上臺北、淡水、鞍部、臺南、大武、宜蘭、彭佳嶼、東吉島、蘭嶼、蘇澳等，計有十七個測站之  $I_H$ ,  $I_S$  值亦相等。由此可知，雖然各學者對季風指數之定義略有不同，但其結果仍具有一致性，尤其在季風顯著地區內更可見此特性。

(2) 以三種不同之季風指數所得到之 50 等值線圖，其趨勢極為吻合，可將臺灣之季風顯著地區予以劃分，包括桃園、新竹、臺中、梧棲、嘉義、彰化、臺南、恆春及澎湖等地，但不包括高雄。阿里山及日月潭因受地形之影響，一月及七月之盛行風向變化不大，因此季風指數都很小，只有 7.0 及 3.8。由於國內民用測站之風向觀測資料甚為缺乏，因此圖二季風顯著區之劃分所使用之測站不夠密集，本研究僅能以指數值達 50 時，做為季風顯著區之標定基準，未能進一步做等級之區分。

## 3. 臺灣地區歷年之季風災害損失

由表三顯示，1955~1985 年，三十一年間臺灣地區罹受季風災害之損失約三億七千三百七十五萬元，受害作物以水稻較多，其次為香蕉、甘蔗等，為害地區包括桃園、新竹、苗栗、屏東、澎湖等。

## 4. 季風對沿海地區水稻產量之影響

由表四知沿海地區之水稻產量，無論是一期或二期作皆比內陸地區小。一期作除新竹及苗栗外，其他各地區內陸之水稻產量皆比沿海高出 300 公斤/公頃以上。尤其是臺南之六甲鄉（內陸）比將軍鄉（沿海）約高出 2317 公斤/公頃。經由  $t$  值檢定 1% 顯著水準檢定後，發現彰化及臺南兩地區，其沿海與內陸之產量具極顯著之差異。而臺中、雲林、嘉義等地，經  $t$  值檢定 5% 顯著水準檢定後，其產量亦具有顯著差異。二期作沿海與內陸之產量差異較小，唯有彰化地區內陸仍比沿海高出 1000 公斤/公頃。由於此兩個比較之鄉鎮係位於同一緯度，因此日射、溫度之變化不大。但事實上，比較之結果大部分地區內陸皆比沿海高出 300 公斤/公頃以上。其原因除土壤本身沃度之差異及農民栽培技術不同外，受季風吹襲影響之成分很大。

## 5. 季風對離島（澎湖）作物安全栽培時期之影響

由表五發現，澎湖地區受風速之限制，作物之安全栽培期限甚短，自七月上旬至九月上旬，為期僅 70~75 天。但此乃以風速在 3.1~6.0 m/sec 與  $\geq 6.1$  m/sec 之頻率高於 50% 所做之限制，為一種理論性之假設，限制自屬較嚴。實際上，從四月下旬開始，東北季風之威力已逐漸轉弱，澎湖地區之農友即開始種植菜、雜糧等作物。因此在澎湖地區如有防風設施，作物之栽培即可提前至四月下旬開始。但由於九月中旬以後，東北季風之威力增強甚快，所以作物之安全栽培期限不易往後延長。

## 6. 臺灣沿海各地之防風設施

臺灣沿海各地之防風設施以種植防風林最普遍。使用之樹種以木麻黃、銀合歡、竹、相思樹、大葉合歡、榕樹、黃槿等較多，因各地之氣候適宜條件不同而異。分布情形如下。

(1) 西北部沿海地區之防風林大都以種植竹為主（見圖三），包括桃園、新竹、苗栗等地區。

(2) 南部地區以木麻黃做防風林最多，其次為黃槿、相思樹、大葉合歡等。例如恆春地區，無論是水稻田或蔗園，都可看見井然有序的木麻黃（見圖四、圖五）。

(3) 中部地區防風林之樹種種類較多，南北部的特色兼而有之。

除防風林外，各地亦有一些較具特色的防風設施，其中以澎湖地區所包含之種類最多。例如以硃砧石砌成之石牆，為封閉式結構，由上俯瞰有如蜂巢，故有蜂巢田之稱（見圖六）。此外，尚有以銀合歡及芒草混合編成之柵籬（見圖七）等。屏東恆春地區亦有以稻稈編成之矮小防風柵籬，主要是做為洋香瓜之防風設施（見圖八）。

#### 四、討 論

根據本研究分析，可瞭解東北季風吹襲時間長達八個月，影響地區包括西北部及西部沿海地區，歷年來亦常造成沿海地區栽培作物之災害損失，尤其澎湖等地之栽培時期明顯受到季風之限制。因此如何避免沿海地區栽培作物罹受季風為害，並延長栽培時期，為當前國內發展農業氣象之重要課題。作者僅就農業氣候資源應用之觀點，提出幾點改進方法，期能對沿海地區農作栽培之風害預防有所助益。

##### 1. 積極從事防風林之栽培

要減少季風對農作物之威脅，最直接而有效的方法是種植防風林。防風林不僅可以保護作物使免於受到風的機械性傷害，同時可提高產量及品質。此外亦可防止土壤因風的侵蝕而降低地力，以及改善農地之微氣象環境等。

##### 2. 農地重整

近三十年來由於科技的進步，工業發展迅速，工廠到處林立，因此使得耕地面積由於工廠的設立而逐漸在減少當中。以桃園為例，由林務局農林航空測量所所做之桃園沿海地區農林災害調查研究報告中顯示，桃園地區在民國45年間仍為一個典型的農業生產區（由航照判讀）（張、林，1986），耕地面積達 68.22%。但至民國73年耕地面積僅剩40%左右了。除了工廠的設立外，道路的修築、住宅區的成立等等亦是原因。這些土地利用的改變，使得農地分布變得零亂，破壞了農業區域的完整性。農地分布零亂，連帶亦使得防風林的規劃較為困難，同時亦無法達到最大的防風效能。因此要減少沿海地區的農地遭受季風的威脅，重新着手農地的規劃是可行的。

##### 3. 選種耐風的作物或改變土地利用的型態。

除了積極的種植防風林及規劃農地外，亦可在沿海多風地區選種耐風的作物。譬如在沿海地區可

選種低莖作物如甘藷、落花生、洋蔥等，而避免種植水稻、玉黍蜀、高粱、甘蔗等高莖作物。此外亦可以改變土地利用的型態，譬如推廣養殖及農牧事業。近年來本省養殖事業興起，而且多半集中在西部沿海及南部地區，養殖的項目以各種魚類和蝦類為主，惟養殖業抽取地下水造成地層下陷等缺點，必須在養殖技術上加以改良和補救。如此充分利用地力貧瘠的地區，不僅可以發展新的事業，並可減少季風之危害，以達地盡其用的理想。

#### 參 考 文 獻

- 臺灣省政府農林廳 (1955~1985) : 臺灣農業年報  
 臺灣省糧食局 (1979~1984) : 臺灣糧食統計要覽  
 曾文柄、朱鈞、郭文鏞、楊之遠 (1984) : 臺灣地區農業氣候資源應用之研究，行政院農業發展委員會補助計劃，中央氣象局編印 p. 12  
 楊之遠、曾文柄、朱鈞 (1984) : 防風網對水稻生育及產量的影響，中華民國農學團體七十三年度聯合年會特刊 pp. 35~48  
 楊之遠、朱鈞 (1985) : 風對植物之影響，科學農業 33:51~59  
 張正英、林俊錄 (1986) : 桃園沿海地區農林災害調查研究，臺灣省政府農林廳編印 pp. 20~45  
 蔣丙然 (1954) : 臺灣氣候誌 臺灣銀行經濟研究室 pp. 109~121  
 Hann, J. (1908): "Handbuch der Klimatologie", Vol. 1, Engelhorn, Stuttgart.  
 Kao, Y.-H. et al. (1962): Some Problem on the Monsoon of East Asia. Collect Paper Inst. Geophys. Meteorol., Acad. Sinica 5. [Engl. Transl. Emm-66-124, Oriental Science Library, Emmanuel College, Baston.]  
 Radke, J. K., and R. T. Hagstrom. (1973): Plant-water Measurements on Soybeans Sheltered by Temporary Corn Windbreak. Crop Sci. 13: 543-548.  
 Schick, M. (1953): Die Geographische Verbreitung des Monsoon. Petermanns Geogr. Mitt. 101, 234-237.

表一 臺灣各地北風指數十年平均值 (1975~1984)

Table 1 The ten-year averages of northern-wind-index of monsoon dominant areas in Taiwan.

地點	月份 旬別	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二
		月	月	月	月	月	月	月	月	月	月	月	月
新竹	上	67.48	66.29	53.01	39.56	23.73	-14.16	-29.13	-16.84	8.86	46.70	71.98	63.33
	中	62.44	63.04	53.71	31.47	23.61	-7.32	-26.49	-11.25	30.23	59.98	79.58	63.59
	下	65.33	48.98	42.64	22.59	22.44	-31.32	-29.43	-6.20	41.77	47.98	64.77	60.46
梧棲	上	73.92	69.29	52.76	41.38	20.73	-12.37	-24.58	-29.50	-9.57	52.21	60.08	67.87
	中	67.97	70.30	44.07	28.43	27.72	-36.67	-38.47	-17.72	23.94	70.89	72.70	74.87
	下	69.80	53.79	44.65	26.69	-5.50	-34.36	-22.22	-29.28	49.72	58.61	74.86	75.88
臺中	上	49.43	53.26	36.69	29.7	23.57	-1.71	-5.01	0.17	6.68	39.61	54.49	54.04
	中	52.17	46.83	39.13	31.86	29.50	-17.2	-20.72	-4.69	21.46	49.91	49.39	56.34
	下	49.36	41.15	36.15	26.57	3.11	-6.24	-26.65	-13.72	42.67	47.63	55.79	46.42
嘉義	上	89.11	82.41	61.12	51.13	27.39	-5.76	-20.19	-17.76	8.68	47.31	71.98	83.57
	中	87.01	82.99	67.62	36.69	27.50	-21.02	-32.71	-26.34	30.23	79.67	79.58	78.60
	下	81.90	59.26	63.41	30.18	17.72	-41.62	-26.78	-12.14	41.77	61.60	85.28	84.64
澎湖	上	87.34	80.18	70.51	51.40	35.84	0.72	-26.78	-17.06	24.04	72.60	87.33	88.12
	中	85.36	81.40	61.39	45.12	38.09	-8.52	-37.59	-11.40	50.17	86.43	87.28	87.12
	下	83.56	65.76	64.96	26.48	21.90	-24.50	-35.85	-13.03	65.51	83.70	86.39	86.97
恆春	上	62.66	53.36	38.62	35.68	17.82	17.39	5.86	17.83	21.13	50.44	63.23	64.42
	中	60.85	52.94	38.88	26.87	30.92	12.66	13.22	26.36	41.04	58.74	68.92	61.46
	下	55.16	46.23	40.52	18.88	24.18	-2.51	11.88	20.82	41.50	61.72	67.67	63.75

表二 臺灣各測站不同之季風指數

Table 2 The different monsoon indices of weather stations in Taiwan.

站 別  指 數 別	臺 北	淡 水	基 隆	竹 子 湖	鞍 部	新 竹	臺 中	梧 棲	日 月 潭	嘉 義	阿 里 山	玉 山	臺 南	高 雄	恆 春	大 武	臺 東	新 港	花 蓮	宜 蘭	澎 佳 嶼	東 吉 島	蘭 嶼	澎 湖	蘇 澳
I <sub>H</sub>	29.4	46.7	21.1	56.1	33.3	56.4	54.7	59.2	3.8	58.1	7.0	38.0	55.7	37.8	54.6	68.9	35.2	48.5	26.4	19.2	39.5	82.4	77.3	84.2	40.0
I <sub>S</sub>	29.4	46.7	21.1	49.7	33.3	56.4	54.7	57.6	3.8	58.1	3.8	38.0	55.7	31.0	49.8	68.9	33.5	45.8	22.1	19.2	39.5	82.4	77.3	84.2	40.0
		△	△		△								△			△				△	△	△	△		△
I <sub>K</sub>	23.8	38.0	21.1	56.1	24.7	56.4	54.7	40.2	3.8	58.1	7.0	38.0	49.7	31.0	46.3	51.9	30.4	48.0	23.9	16.5	24.0	71.8	60.7	84.2	26.1
			○			○	○		○	○		○												○	

○: I<sub>H</sub> = I<sub>S</sub> = I<sub>K</sub>

△: I<sub>H</sub> = I<sub>S</sub>

96

表三 歷年 (1955~1985) 臺灣農作物之季風災害

Table 3 The financial loss of crop caused by monsoon disaster in Taiwan during 1955-1985.

時 間	地 點	受 害 作 物	受害面積 (公頃)	損失價值 (元)
44. 10.	陽明山管理局	水 稻	7,000	1,738,800
44. 10.	花 蓮 縣	陸 稻	40	39,600
44. 11.	陽明山管理局	水 稻	210	750,658
45. 10.	臺 北 市	水 稻	1,436	484,785
45. 10.	苗 栗 縣	水稻、落花生	1,680	2,859,200
45. 11.	苗 栗 縣	甘藷、小麥、甘蔗、柑橘	991	493,963
45. 11.	澎 湖 縣	蔬 菜	115	322,000
53. 11.	新 竹 縣	水稻、柑桔	9,450	13,709,527
57. 2.	屏 東 縣	豆類、生食甘蔗、香蕉、蔬菜、蘆筍	2,447	120,285,000
57. 2.	高 雄 縣	香 蕉	5,852	75,868,000
67. 10.	桃 園 縣	水 稻	5,365	78,715,000
68. 11.	桃 園 縣	水 稻	2,624	72,625,000
69. 12.	桃 園 縣	水 稻	74	2,625,000
72. 12.	花 蓮 縣	水 稻	738	3,241,000
總 計			37,942	373,757,533

資料來源：農業年報

表四 沿海與內陸地區水稻每公頃年平均產量之比較

Table 4 The comparison of average yield of rice between inland and coastal regions.

縣 地 點 期 別	桃 園		新 竹		苗 栗		臺 中		化 彰				雲 林		嘉 義		臺 南			
	沿海	內陸	沿海	內陸	沿海	內陸	沿海	內陸	沿海	內陸	沿海	內陸	沿海	內陸	沿海	內陸	沿海	內陸	沿海	內陸
	觀 音 鄉	桃 園 市	新 豐 鄉	新 埔 鎮	通 霄 鎮	公 館 鄉	清 水 鎮	豐 原 市	大 城 鄉	田 中 鎮	芳 苑 鄉	員 林 鎮	麥 寮 鄉	薊 桐 鄉	東 石 鄉	民 雄 鄉	將 軍 鄉	六 田 鄉	七 股 鄉	新 市 鄉
一期	2975.5	3414.3	3076.8	3286.3	3490.3	3641.2	4064.0	4402.0	4169.7	4892.0	4324.0	4763.7	3926.0	4865.7	4009.3	4559.3	2734.2	5051.8	3234.4	4378.5
二期	2609.7	2730.7	2423.2	2593.8	3071.5	3098.5	3540.0	3866.0	3265.0	4496.3	3312.8	4305.2	3252.2	4253.0	3629.7	3987.7	3247.5	3937.3	3030.2	3068.0

註：1.\*\*表示經 t 值檢定 1% 顯著水準有極顯著差異。

2.\*表示經 t 值檢定 5% 顯著水準有顯著差異。

3.水稻之產量為六年平均值 (1979~1984)。

4.單位為公斤 / 公頃。

5.資料來源：臺灣糧食統計要覽。

表五 澎湖地區風速頻率

Table 5 The frequencies of velocity of Peng Hu area.

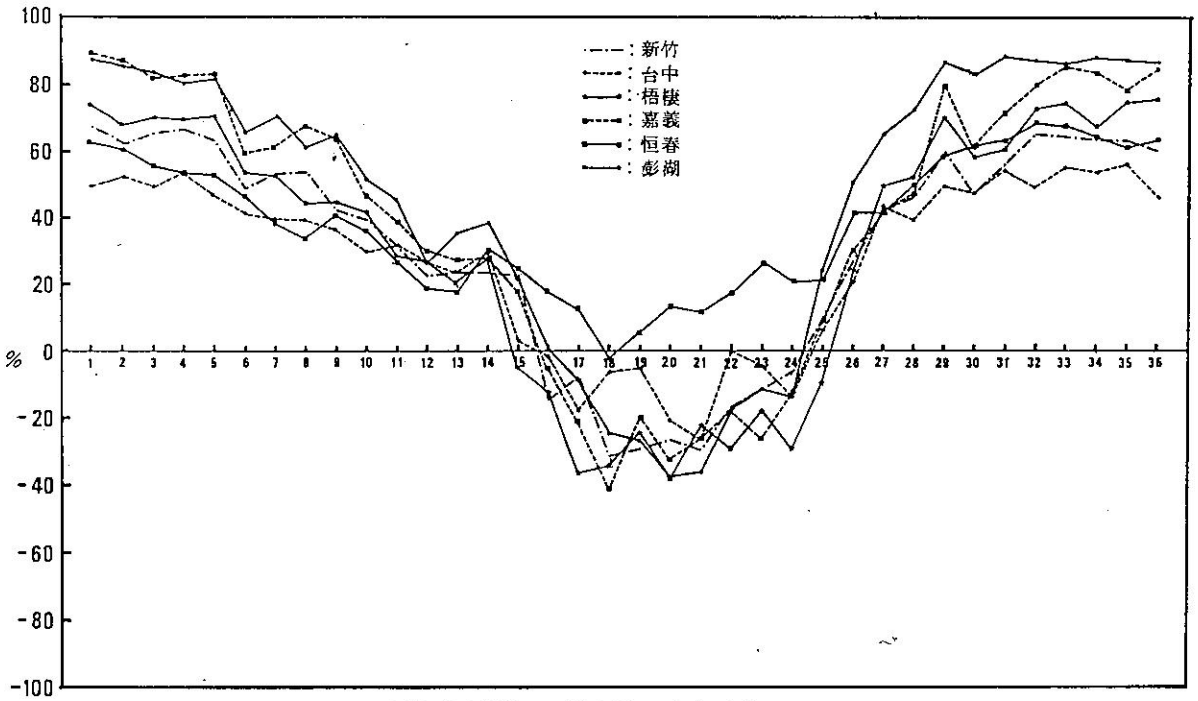
(1970—1984)

日平均風速 m/s	一			二			三			四			五			六			七			八			九			十			十一			十二		
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
≤1.0	0	2	0	0	0	1	0	0	2	2	0	1	1	3	0	1	2	0	0	0	0	2	2	2	0	2	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0
1.1~3.0	3	3	15	16	16	15	34	34	39	28	48	53	63	57	66	51	59	56	80	90	80	83	71	95	101	53	34	34	21	15	9	7	6	9	5	6
3.1~6.0	49	55	49	44	52	45	53	52	76	76	80	74	68	68	89	87	85	84	65	49	68	57	58	53	40	62	61	51	34	55	44	34	26	49	39	44
≥6.1	98	90	101	90	82	63	63	64	48	44	22	22	18	22	10	11	4	10	5	11	17	8	19	15	9	33	53	64	95	95	87	109	117	92	106	115
Total	150	150	165	150	150	124	150	150	165	150	150	150	150	150	165	150	150	150	150	165	150	150	165	150	150	150	150	150	165	150	150	150	150	150	165	165

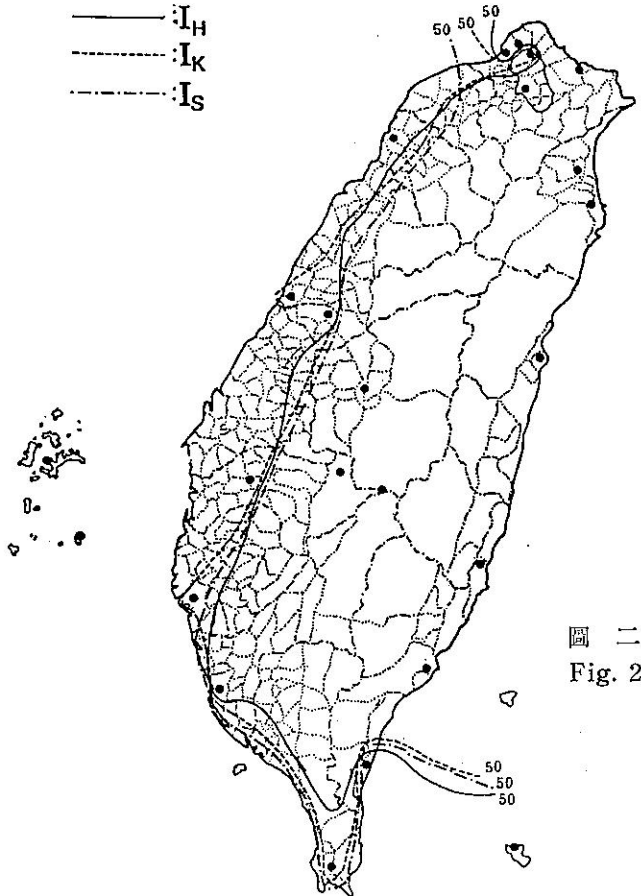
資料來源：1970~1984氣象月報

註：紅色部分表示風害危險期





圖一 臺灣季風顯著地區北風指數全年變化  
 Fig. 1 The annual variations of northern-wind-index of monsoon dominant areas in Taiwan.



圖二 臺灣季風顯著性之初步劃分  
 Fig. 2 The distribution of isolines of monsoon index in Taiwan area.



圖 三 西北部之田間防風林以竹林爲主（攝於桃園平鎮）

Fig. 3 The bamboo grove is used as windbreak  
in the field of northwestern part of Taiwan.



圖 四 臺灣南部地區之水稻田以木麻黃爲防風林（攝於屏東恆春）

Fig. 4 The *Casuarina Equisetifolia* Linn. is used as windbreak  
in the paddy field of southern part of Taiwan.



圖 五 恆春地區之甘蔗園以木麻黃為防風林 (攝於屏東恆春)  
Fig. 5 The *Casuarina Equisetifolia* Linn. is used as windbreak in the sugarcane land of Hengchun.



圖 六 以砧砧石堆砌成之蜂巢田是澎湖特有之田間景觀 (攝於澎湖小門)  
Fig. 6 The beehive-like stone wall (constructed by "Ku Lao Shih") is a special scenery of Peng Hu.



圖 七 以銀合歡與芒草混合編成之防風柵籬 (攝於澎湖沙港)  
Fig. 7 The windbreak which is mixed with  
*Leucaena Glauca* and *Miscanthus Floridulus*.



圖 八 匍匐栽培之洋香瓜田以稻稈編成之柵籬爲防風設施 (攝於屏東恆春)  
Fig. 8 The straw fence is used as windbreak in the honey  
dew (cultivated with creeping method) field.

# A Study of Monsoon and Its Influence on the Crop Cultivation in Taiwan

*Da-Horng Hwang    Chea-Yuan Young*

## ABSTRACT

The monsoon is a special weather phenomenon in Taiwan which caused two different climate of Taiwan in winter and summer season. This study intends to understand the monsoon phenomenon and its influence to crop cultivation in Taiwan, and also discuss the possible pathways which can avoid or decrease the impacts of monsoon to the agricultural cultivation in the coastal region of Taiwan in the viewpoint of agroclimatology.