

茶樹旱害與焚風害防護方法

鄭混元

行政院農業委員會茶業改良場臺東分場

E-mail : tstt215@myagro.nat.gov.tw

摘要	114
一、前言	114
二、旱季與非旱季之氣象變化分析	115
三、茶樹旱害調查	116
四、茶樹旱害防護措施	118
五、焚風害之氣象變化	120
六、茶樹焚風害調查	121
七、茶樹焚風害防護措施	123
八、結語	124
九、誌謝	124
十、引用文獻	124
ABSTRACT	126

茶樹旱害與焚風害防護方法

鄭混元

行政院農業委員會茶業改良場臺東分場

E-mail : tstt215@myagro.nat.gov.tw

摘要

本文係綜合歷年來茶樹 (*Camellia sinensis* (L.) Kuntze) 乾旱與焚風災害田間調查及防護措施試驗。由結果顯示，花東地區旱季與非旱季之氣象變化呈現明顯的差異，花蓮縣瑞穗茶區在第二次夏茶常發生茶樹旱害，以青心烏龍受害最嚴重。由品種間的產量變化評估茶樹對旱季之反應，發現臺茶 17 號及香椽具較強的耐旱力，而臺茶 5 號、青心烏龍及水仙其耐旱力較弱，因此在容易發生旱害之茶區應選擇種植耐旱品種。茶樹行間敷蓋或掩埋稻殼確可改善旱害之土壤環境障礙，包括土壤壓實、保水力及降低土壤溫度。春、夏及秋茶芽葉生育期均有焚風發生，以夏茶發生比率最高，達 49%。茶芽受害癥狀以葉片下垂、葉緣、葉尖、節間乾枯燒焦、葉片皺縮、落葉、枝條褐化、茶菁老化最明顯。由相關分析顯示，茶芽受害程度與最大風速及焚風持續時間有極顯著的正相關。以夏秋颱風誘發之焚風茶樹受害較嚴重，例如溫妮颱風誘發之焚風；由季風或強勁氣流引發之焚風，茶芽受害較輕微。焚風發生時可利用噴水降低茶園溫度及提高相對濕度，減輕茶芽受害程度，而獲得較佳的茶菁品質。

關鍵詞：茶樹、乾旱、焚風、防護方法。

一、前言

所謂旱害，乃是由於植株的根部吸水不足導致植物的細胞或組織失去膨潤的狀態，而達到永久性的凋萎。永久性的凋萎對植株的影響甚大，嚴重時亦可能造成植株的死亡。造成植株吸水不足的原因，主要是由於土壤中水分含量減少或土壤中溶液濃度增加所致（朱，1985；林及洪，1987）。乾旱災害位居臺灣地區農業氣象災害中的第三位，僅次於颱風及水患。在 1945-1994 年的五十年間，乾旱災害的

估計損失約新台幣 46 億 4 仟萬元，全期年發生頻率 64%（楊，1996）。東南部茶區每年十月至次年二月為明顯旱季會影響春冬茶生產外，若梅雨不足，颱風帶來雨量又少且集中於七月下旬，常會造成夏季旱害。有時候冬季也有缺水現象，雖然不致於造成茶樹旱害，但也會影響冬茶及早春茶的生產。近年來由於全球氣候變遷，異常氣候明顯增加，花東茶區陸續發生旱害，由臺灣農業年報統計資料得知，1991、1996 及 1998 年花蓮縣瑞穗茶區及臺東縣鹿野茶區均發生大小規模不一之茶樹旱害，受害面積達數百公頃，以花蓮縣瑞穗茶區

之青心烏龍茶園受害最嚴重。陳及馮(1994)於80至82年調查全省25處主要茶區茶樹天然災害發生情形,以旱害發生的次數最多,範圍最廣,災情最長,茶樹受害程度亦最為嚴重。茶樹旱害受害癥狀首先為生長停止形成對口芽,隨著乾旱程度加重,頂部幼嫩葉片開始失去光澤並逐漸萎凋黃化;葉片則多整葉直接褐化枯死。葉片在枝條上枯死之順序為由上部向下部發展,各枝分別演變,終至地上部全部枯死(王及段,1978;陳及馮,1994;農林廳,1995)。旱害發生初期,農民往往低估了乾旱程度而造成極大的損失,所以平時就要做好茶園防旱措施,從栽培管理來改善茶園環境障礙,進而提高茶樹的耐旱能力,達到事前預防之效果,減少受害損失。

焚風為一種局地性乾熱風,其發生的原因係由於溫濕之空氣受山嶺的阻梗,被迫上升而冷卻,水汽凝結成雲雨,而降在迎風面的山坡上,再漸冷卻而下降。所以越過山嶺後而下降之空氣遂成乾燥空氣,再因下降後受壓力壓縮而溫度增加,顯著地比鄰近空氣溫度為高且乾燥,此種下降氣流所成之風,特稱焚風(邱,1983;徐,1989;郭及楊,1982)。東岸氣候區茶園主要分佈之範圍,其縱向分佈以花東縱谷較偏北之花蓮縣瑞穗鄉及玉里鎮向南延伸至臺東縣之鹿野鄉、卑南鄉及太麻里鄉,在其他鄉鎮亦有零星分佈。垂直分佈由海拔數十公尺的平地或丘陵地至海拔1250公尺的山地皆有茶園分佈。由於位處中央山脈東麓,每當颱風強勁及旺盛之西南氣流吹襲下,常出現炎熱的焚風現象。焚風發生時不但氣溫異常偏高,空氣相對濕度也會明顯下降,往往造成作物因高溫低濕強風之逆境衝擊而脫水枯萎。焚風害為最不可預測且一年發生次數最多,郭及楊(1982)指出1959-1979年間侵襲臺灣之颱風中約有71%在臺灣地區誘發焚風。雖然有時僅造成輕微的影響,如芽葉生長減緩、茶芽老化

粗硬、茶菁品質不佳;但也可能引起嚴重的芽葉受害,葉片紅變脫落、芽葉枯焦、全季無法收穫。即使茶芽已屆適採期,在焚風期間勉強採收,或茶菁僥倖避過風害,送到製茶工廠後製茶過程也會受到高溫低濕環境的影響,而無法順利進行,以致成茶品質低下(陳,1990;鄭,1997;魏,1991),有待加以重視及預防,以免造成極大的損失。

二、旱季與非旱季之氣象變化分析

從1991至2002年調查東南部茶區旱害發生情形,將有無發生旱害區分為旱季與非旱季,由表1可看出旱季之年份為1991、1992、1996、1998及2002年,合計發生5次。非旱季之年份則包括1993、1994、1995、1997、1999、2000及2001年。由此顯示旱害發生非常頻繁,因此有必要探討旱季與非旱季之氣象因子變化差異,作為旱害預防之參考。旱害發生期間係指茶樹開始出現受害癥狀至旱象解除之時間。由資料分析結果顯示,旱季之累積降雨量明顯減少,僅有1-39mm;比歷年平均值減少55.9-276.3mm,而以1991年降雨量最少,僅有1mm。日照時數也比歷年平均值增加41.8-50.4hrs。同時旱害發生期間之最高氣溫也有明顯偏高之趨勢,達30.5-33.8℃(表1)。由非旱季之5-7月份之氣象變化顯示,每月之累積降雨量維持在100mm以上,最高氣溫僅於7月份有較高之趨勢,其雨量分佈較平均,並沒有長期不下雨之現象發生。但於旱季由於長期未降雨造成茶樹無法忍受之程度,以致枝葉開始出現受害癥狀,若持續缺水更導致災情迅速擴大。旱害發生前之2至3旬降雨量即出現明顯偏低之趨勢,累積降雨量為20-40mm,比歷年平均值低100-200mm(表2)。因此每年進入旱季之前,即4月就要開始注意降雨情形及分佈,此段觀察期只有20-30天,

若持續只有零星降雨量，呈現偏低之現象，就要於災害發生前做好各項旱害因應措施來預防夏季旱害，以降低乾旱造成之茶樹嚴重受害。也要維持茶樹對乾旱之長期忍受力，等待降雨解除旱害。從茶樹枝葉出現受害癥狀至旱

象解除，由不同年度旱害發生期間來看，2002年旱害期間較短，為20天，1992年長達45天，由歷年資料來看以30天為一常態值。因此如何延長茶樹對旱害之忍受力，也為旱害預防不可忽視之課題（鄭，2003）。

Table 1. Climatic changes of drought periods at Juisai tea district in the different years.

Year	Duration of drought	Air temperature			Rainfall accumulation (mm)	Sunshine hours accumulation (hr)
		Mean	Maximum	Minimum		
1991	6/11-7/10	28.6 (+1.90)	33.8	24.3	1.0(-117.9)	160.0(+44.0)
1992	7/1-8/10	27.2 (+0.10)	32.7	22.9	39.0(-276.3)	281.0(+43.0)
1996	6/21-7/20	26.6 (-0.60)	32.5	21.7	23.0(-175.2)	241.3(+41.8)
1998	7/1-7/31	27.6 (+0.23)	33.6	22.8	9.7(-209.8)	250.0(+42.7)
2002	4/21-5/10	24.8 (+2.05)	30.5	20.9	6.4(-55.9)	117.1(+50.4)

Table 2. Climatic changes of the 20-30 days before drought periods occurred at Juisai tea district in the different years.

Year	Duration	Air temperature			Rainfall accumulation (mm)	Sunshine hours accumulation (hr)
		Mean	Maximum	Minimum		
1991	5/11-6/10	26.2 (+2.03)	32.1	22.3	40.4(-164.0)	241.0(+143)
1992	6/1-6/20	24.9 (-0.40)	30.1	21.6	132.5(-94.6)	81.0(+2.00)
1996	6/1-6/20	27.0 (+2.10)	32.6	22.5	23.0(-116.0)	161.4(+45.9)
1998	6/11-6/30	26.4 (+0.05)	32.1	22.3	28.1(-91.9)	145.5(+39.6)
2002	3/21-4/20	22.3 (+1.97)	27.6	18.6	40.7(-26.3)	109.4(+27.8)

三、茶樹旱害調查

(一) 夏季旱害品種間產量差異比較

1996年夏茶生長期間，由於雨量稀少，只有1.5mm，僅佔全年降雨量的0.07%，降雨日數也只有2日，為明顯的乾旱季節。1995及1997年之降雨量分別達323及173mm，佔全年雨量之18.8及18.4%，降雨日數分別有15及24日，同時芽葉生長期間之累積日照時數、蒸發量也比1996年低，兩年為沒有發生乾旱之季節。由於1996年芽葉生長期間平均氣溫偏高，為29.6°C，最高氣溫亦達34.2°C，累積日照時數及蒸發量也偏高，分別為492.1

hr及349.5mm（鄭，1999）。由此顯示年度間旱季與非旱季之氣象因子變化確實有明顯的差異，因此於夏茶季節調查不同品種對旱季與非旱季之反應。結果顯示旱季茶樹品種間產量以臺茶1、4、17號、香椽及Fkk-22為最高；臺茶10號、青心烏龍、武夷及藪北產量較低，而臺茶五號因乾旱造成萌芽率低，以致沒有產量可供採收。非旱季品種間產量也有差異，1995年以臺茶7、8、17號及香椽之產量為最高，臺茶10號及青心烏龍產量則為最低。1997年以臺茶11、15、17、18號有較高的產量，青心烏龍產量為最低。由此顯示，旱季與非旱季均維持高產之品種包括臺茶17號及香椽，品種間以青心烏龍產量為最低。由旱季與非旱

季產量差異比較結果顯示，旱季無明顯減產之品種包括臺茶 1、4、17 號、香椽及 Fkk-22；而臺茶 7、8、9、10、11、18 號及水仙則有明顯減產之趨勢(表 3)。綜合上述可知，品種間以臺茶 17 號及香椽較具耐旱能力，而臺茶 5 號、青心烏龍及水仙耐旱能力較弱(鄭, 2003)。

Table 3. Tea shoot yield of different varieties at the drought and non-drought seasons.

Leaf shape	Variety	Drought season 1996 (g/plant)	Yield increase or decrease		Non-drought season	
			D/ND1	D/ND2	1995	1997
			----- (%) -----		----- (g/plant) -----	
Large type	TTES No.1	264	+28	+22	206	216
	TTES No.2	108	-3	-36	111	167
	TTES No.3	101	-25	-26	136	138
	TTES No.4	179	+24	+2	144	175
	TTES No.7	91	-67	-39	278	225
	TTES No.8	151	-45	-28	274	209
	TTES No.9	98	-44	-58	175	232
	TTES No.10	43	-35	-70	65	141
	TTES No.11	136	-38	-48	219	258
	TTES No.18	103	-29	-62	144	267
	Fkk-22	210	+46	-5	144	221
	Shiang Yuan	313	+5	+52	298	206
Small type	TTES No.6	101	-11	-40	114	170
	TTES No.12	149	-32	-35	219	228
	TTES No.13	129	-25	-3	173	134
	TTES No.14	128	-7	-42	138	220
	TTES No.15	149	+46	-42	102	254
	TTES No.16	180	-28	-23	249	234
	TTES No.17	360	+23	+4	293	347
	Wu Yi	84	-29	-31	117	121
	Yabukita	80	-39	-39	131	132
	Chin-Hsin Gan Tzy	111	-21	-36	141	174
	Shy Jih Chuen	99	-29	-34	139	150
	Chin-Hsin Oolong	69	-29	-35	97	106
	Chin-Hsin Dapan	128	-38	-10	207	143
	Shoei Shian	95	-45	-43	172	168

D: 1996; ND1: 1995; ND2:1997; without shoot plucking of TTES No.5 in 1996.

(二) 茶樹旱害及其影響因子調查

由歷年(1991-2002)東南部茶區旱害調查結果顯示，花蓮縣瑞穗茶區常發生旱害且受害嚴重，1991、1992、1996、1998 及 2002 年均發生旱害。旱害發生時期多集中於第二次夏茶，6 月中旬至 7 月下旬期間。1996 及 1998 年災情最嚴重，地方品種之青心烏龍枯死率高達 40%。臺東縣鹿野茶區於 1992 及 1996 年

發生旱害，青心烏龍枝葉受害率分別為 10 及 20% (鄭, 2003)。表 4 為 1998 年花蓮縣瑞穗茶區夏季茶樹旱害及其影響因子調查，結果顯示不同品種受害率有明顯的差異。青心烏龍、大葉烏龍及四季春平均受害率達 60% 以上，受害嚴重之茶園甚至高達 90%；臺茶 12 號及臺茶 13 號平均受害率分別為 37 及 20%；總平均受害率則達 51%。茶樹旱害發生原因除了由

氣候逆境直接影響外，缺乏水源及栽培管理不當也是影響因子之一。茶園缺乏中耕，土壤硬度較高以致茶樹根系無法往下伸長，根系多集中於表土。當遭遇乾旱時，由於氣溫高，日照強，蒸發量大，土壤水分缺乏，根部吸收水分減少，茶樹枝葉逐漸褐化乾枯，葉片下垂枯萎易脆裂。若持續乾旱，枝條上葉片逐漸掉落，新芽無法萌發，待旱象解除茶樹才逐漸恢復生機，至秋茶樹勢稍有回復。但因旱害以致部分茶樹枯死或整株茶樹部分枝條枯死，造成缺株以致園相不整齊，進而影響秋茶的生產，也間

接造成冬茶的減產（鄭，2003）。鄭（1999）分析不同年度間氣象因子之差異造成夏季乾旱季節與非旱季節之芽葉農藝性狀對茶樹產量之影響，指出樹冠為相當重要的正面影響因子，在旱季百芽重及萌芽密度也是很重要的影響因子。瑞穗茶區茶樹冠面較小，樹勢呈現衰弱之現象，也是加速旱害的因素之一。陳及馮（1994）調查旱害發生情形也指出受害嚴重茶樹普遍有根系生長不良之現象，茶園管理不良也導致土壤壓實情形嚴重等不良物理性質會限制根系生長，均可能使茶樹耐旱能力減弱。

Table 4. Drought injury and its related factors on tea tree at Juisui tea district of Hualien Hsien in 1998.

Variety	Tree height (cm)	Tree canopy	Soil hardness (Kg/cm ²)	Soil water content		Organic matter		SoilpH		Damage ratio (%)
				A (%)	B (%)	A (%)	B (%)	A	B	
TTES No.12	99	99	18.9	10.9	13.9	2.33	1.81	4.16	4.15	37
TTES No.13	63	95	19.3	8.1	15.1	1.71	1.14	4.12	4.24	20
Chin Hsin Oolong	66	90	22.5	8.5	15.5	1.98	1.23	4.39	4.37	66
Dah Yeh Oolong	61	87	18.1	8.3	16.2	1.90	1.17	4.22	4.30	62
Shy Jih Chuen	71	104	24.3	7.7	13.1	1.88	1.38	4.26	4.19	70
Mean	72	95	20.6	8.7	14.8	1.96	1.35	4.23	4.25	51

A : Surface soil (0-20 cm) ; B : Subsoil (20-40 cm) .

四、茶樹旱害防護措施

(一) 茶樹行間敷蓋及掩埋稻殼之防旱措施

1998 至 2000 年於臺茶 12 號茶園進行茶樹行間敷蓋及掩埋稻殼之防旱措施，試驗結果顯示，稻殼敷蓋或掩埋區有較高的土壤水分含量，而且於灌溉或雨天後具有較佳的保水力。同時具有改善土壤物理性的效果，其土壤硬度均較對照區為低，不論雨季或旱季均有同樣的趨勢。以土壤穿刺阻力計測定也獲得同樣的結果，對照區呈現較高的阻力，即土壤的壓實程度較嚴重，同時也有較高的土壤水分張力。除了對土壤水分的影響外，土壤溫度的變化也有明顯的差異。由土壤溫度之日或月變化顯示，敷蓋或掩埋稻殼區之土壤溫度變化，在夏季具

有降溫的效果，冬季則有保溫作用。以稻殼敷蓋區較明顯，而且日變化振幅較小，維持較穩定的狀態。敷蓋及掩埋區之芽葉產量高於灌溉區及對照區(表 5)，由此顯示茶園敷蓋的重要性。不同季節處理間之芽葉產量以夏茶及晚冬茶之稻殼敷蓋或掩埋區之產量高於無敷蓋區，年度間約呈相同之趨勢(鄭，2003)，顯示在缺水之茶季，茶園敷蓋的效果也相對提高。顏等(1983、1984)指出施用稻殼，隨犁田翻入土中，稻株生長和稻殼產量獲效益，土壤結構也改善，可增加土壤和稻體葉片矽、鉀含量及增加抵抗倒伏性。鄭(1998、2001)於茶園施用稻草敷蓋，於春夏季分別可提高及降低土壤溫度，特別於乾旱時期實施地面敷蓋則可保持土壤水分，促進茶芽生長，而於冬季具保溫保水作用。施(1994)也指出深耕加上敷蓋增加表層

土壤的水分含量及底層土壤的空氣量有利於枇杷之生育，深耕僅單獨增加底層土壤的含空氣量，而敷蓋主要是增加表土之含水量，故深耕及敷蓋有利於根之伸長，敷草有減少地溫變化之效果。由上述可知，藉由茶樹行間敷蓋或掩埋稻殼確可改善旱害之土壤環境障礙，包括土壤壓實、保水力及降低土壤溫度。

Table 5. Effect of rice husk mulching and incorporation on the tea tree row to the shoot yield of TTES No.12.

Year	Treatment			
	A	B	C	D (CK)
	(g/plant)			
1998	244ab	253a	—	238b
1999	243a	241a	232a	238a
2000	211b	230a	197c	207bc

Values followed by the same letters are not significantly at $\alpha=0.05$; A: rice husk mulching and no-irrigation; B: rice husk incorporation and no-irrigation; C: weekly irrigation and no-mulching; D: no-mulching and no-irrigation (CK).

(二)茶園地表敷蓋處理對夏冬茶乾早期產量之影響

在東部茶區於夏冬兩季節茶園需特別注意水分的供給，一方面於夏茶季節需有充足水源灌溉以免茶樹因缺水而枯死；另於冬茶季節氣溫較低，茶園輕微缺水時茶樹不致枯死；但

會影響萌芽及萌芽後茶芽生長，對產量及品質有極大的影響。1994至1997年之夏冬季節於臺茶12號茶園進行茶園地表敷蓋處理對夏冬茶乾早期產量之影響研究，試驗結果顯示，年度間同季節之氣候變化有明顯的差異；而且各敷蓋區之微氣候變化也有差異。夏冬季節地面敷蓋分別有降溫及保溫之效果，土壤水分含量也較高，尤其於乾旱季節最為明顯。由表6可看出以稻草敷蓋區效果最好，而且夏茶或冬茶均有明顯的增產效果，旱季減產也較其他敷蓋區低(鄭，1998)。蔡及朱(1983)於茶園施谷殼敷蓋，春季可提高土壤溫度，特別於乾旱期實施地面敷蓋可保持土壤水分，促進茶芽生長(Othieno and Ahn, 1980; Othieno, 1980)。馮等(1996)也指出冬季提早剪枝配合地表敷蓋稻草可使翌年春茶萌芽期提早，及使萌芽生長更佳(徐及吳，1968)，而且對水土保持及地力之維持也有良好的效果(徐等，1997)。

(三)其他防護措施

旱害之其他防護措施包括加強深耕、樹冠面遮蔭設施、減少使用除草劑、合理化施肥、適量補充有機肥及夏季留養枝條以培養樹勢及樹形等管理工作，隨時注意旱季之氣象變化，充實灌溉設施及容易發生旱害之茶區選擇種植耐旱的品種。

Table 6. Effect of different mulching treatments on the shoot yield of TTES No.12 for summer and winter tea.

Tea season	Year	Rainfall (mm)	Treatment			
			BA	RS	PE	CK
			(g/plant)			
Summer	1995	393	198abc	200abc	225a	214ab
	1996	15	140e	172cd	148de	140e
	1997	166	186bc	223a	209ab	205ab
Winter	1995	75	100de	99de	90e	97de
	1996	64	115cd	127c	121cd	111cde
	1997	355	220b	266a	240b	242b

Values followed by the same letters are not significantly at $\alpha=0.05$; BA: vegetation bahia grass; RS: rice straw mulching; PE: black PE mulching; CK: no-mulching.

五、焚風害之氣象變化

臺東茶區主要分佈之地理位置，包括鹿野高台、美農高台、龍田台地及太麻里金針山，位處於花東縱谷及中央山脈東麓。由於受到地形影響，越過中央山脈之西風及西南風常易形成焚風，為季風或強勁氣流所引發，發生之季節多在 1 ~5 月春季梅雨前；而在夏、秋颱風所誘發之焚風現象，多集中於 7 ~9 月間，以沿東海岸北上路徑通過之颱風誘發頻率較高（邱等，1991；郭及楊，1982）。此二時期正值茶葉盛產期，因此春茶、夏茶及秋茶生育期及採摘期均可能受害。表 7 為 1989 至 1999 年各茶季發生比較明顯的焚風次數及其發生比率，焚風發生比率以春、夏及秋茶季較高，而其中夏茶季高達 49.2%，另早春及冬茶季也有焚風發生，分別為 12.7 及 3.2%。在焚風發生時，最明顯的氣象變化有 (1) 溫度劇升；(2) 相對濕度劇降；(3) 風向轉變；(4) 風速增加；

(5) 降雨停止，其變化情形視焚風規模大小而異（邱等，1991；郭及楊，1982）。由 1989 至 1999 年焚風發生時之最高氣溫、最低相對濕度、焚風持續時間及最大風速分析結果顯示，颱風誘發之焚風比季風或強勁氣流所引發之焚風持續時間為長，氣溫也較高，且有較大的風速，以致平均受害等級較高，為 1.67。季風或強勁氣流之焚風現象受害等級較低，為 0.22（表 8）。歷年來焚風發生時之氣象變化，包括最高氣溫、最低相對濕度、最大風速及焚風持續時間與茶芽受害等級的相關分析，顯示茶芽受害等級與焚風持續時間及最大風速有極顯著的正相關。最高氣溫與受害程度也有正相關，但未達顯著。最高氣溫與最低相對濕度呈極顯著負相關（表 9）。顯示當焚風吹襲時氣溫愈高，相對濕度則愈低，更加突顯出焚風逆境現象。而當風速愈大及持續時間長以致芽葉蒸散作用迅速，且伴隨高溫低濕之氣候環境使芽葉失水更快導致茶芽受害（鄭，2002）。

Table 7. Numbers and ratios for foehn occurrence in different tea seasons from 1989 to 1999.

Foehn	Tea season				
	Early spring	Spring	Summer	Autumn	Winter
Number	8	14	31	8	2
Ratio (%)	12.7	22.2	49.2	12.7	3.2

Table 8. Changes of climatic factors by foehn induced by typhoon and monsoon or air-current.

Foehn	Duration of foehn (hrs)	Air Temperature (°C)	Relative humidity (%)	Maximum wind speed (m/s)	Degree of injury
Monsoon					
Mean	7.67	33.6	36.5	10.4	0.22
Maximum	35	40	66	24.3	2
Minimum	1	25.9	20	5.6	0
Typhoon					
Mean	12.8	35.3	40.6	24.9	1.67
Maximum	35	41	48	40.9	3
Minimum	3	29	27	5.1	1
Average	8.65	34	37.3	13.2	0.49

Monsoon n=51; Typhoon n=12.

Table 9. Correlation coefficients for climatic factors of foehn and tea shoot injury grade.

	A	B	C	D	E
A	1.0				
B	-0.057	1.0			
C	0.233	-0.390**	1.0		
D	0.375**	-0.106	0.185	1.0	
E	0.545**	0.152	0.219	0.647**	1.0

A: duration of foehn; B: air temperature; C: relative humidity; D: maximum wind speed; E: degree of injury; n=63.

六、茶樹焚風害調查

(一)焚風造成茶芽受害癥狀

經焚風吹襲之茶芽葉緣、葉尖及節間呈乾枯燒焦癥狀，受害較嚴重之葉片則有下垂之現象呈燒焦狀且皺縮，枝條乾枯且葉片掉落。茶芽受害程度除了焚風發生時期、強度及原因影響外，其他外在環境因子也會影響受害的程度，包括土壤水分境況、茶樹樹勢、芽葉生育期、地形、病蟲害等因素。若不利的環境因子增加時，往往會造成茶園（區）全面性受害，例如1997年8月18日溫妮颱風誘發之焚風現象，當時之氣候狀況為氣溫偏高且日照強，土壤呈較乾燥狀態，因此茶芽受害情形更形嚴重；尤以美農茶區受迎風面影響，造成全面性受害，芽葉掉落枯焦，枝條褐化乾枯，以致無茶芽可供採收，茶農損失相當嚴重。茶園位於一片竹林下風處可能形成天然之防風牆而有防風之效果，以致茶芽受害較輕微，且無落葉現象。其次當茶樹遭受病蟲危害時，受害癥狀表現更加明顯，以致受害顯得更為嚴重（鄭，1997）。真木（1995）也指出防風林因有林木之蒸散作用，而有加濕的效果，蒸散作用又可降低溫度，因而減輕受害程度，植樹造林也可改善茶園微氣候。綜合以上所述，當茶芽受焚風吹襲時，由於溫濕度突然轉變，造成茶芽無法適應調節，因而受高溫乾燥逆境導致茶芽受害。其受害癥狀包括葉片下垂、葉緣、葉尖及節間乾枯燒焦、葉片皺縮落葉、枝條褐化、茶

菁老化、茶芽生長緩慢等，為便於調查，建議依其受害程度分成四個等級，無、輕微、中等及嚴重受害。其他作物方面如枇杷、釋迦，受害徵狀為落花、落果、影響受粉率及果實脫水乾涸（邱，1994），水稻則造成白穗現象（徐等，1989；李，1999）。

(二)焚風對茶芽生育的影響

當茶芽遭焚風吹襲後隔一至二日即顯現受害癥狀，其生長較正常茶芽緩慢，芽葉水分含量也較低。因此葉片容易粗硬老化，無論由颱風或季風誘發之焚風現象，經焚風吹襲後第七天調查茶芽生育情形，均有同樣的趨勢。受害茶芽之百芽重、葉面積及生長速率均低於未受害茶芽，葉厚則呈現相反之趨勢（鄭，1997、2002）。由強風引起的機械性傷害，枝葉相互擦傷，葉片掉落，強風對於農作物不僅有機械性障害，還會引起生理上的障害，葉片因強風而損傷後，光合作用衰退，造成同化產物減少，植株生育受影響（邱，1983）。楊及朱（1985）也指出經吹風處理之水稻植株蒸散作用增加而失水過多，光合作用能力減少，地上部及地下部之生育受到抑制，葉綠素減少，葉片相對水分含量降低，新葉抽出亦受抑制。焚風的危害並非單純之強風危害，而有其特性，作物在乾旱時，特別在中午，旱田周圍有高溫乾燥之氣層，有點像熱乾風之特性（真木，1995）。可知焚風是一種高溫而乾燥的熱風，當溫度愈高，濕度愈低時，焚風害愈嚴重。植株在乾燥強風下，生長速率受到限制，強風造成細胞水

化程度的降低，影響細胞的膨潤度，使細胞無法充分發育達到正常的形狀大小(朱，1990)。焚風之危害包括物理性傷害，及因作物體脫水引起之乾害，特別是在土壤水分含量少時危害會增大。作物會因激烈蒸散而失水，引起莖葉新梢之凋萎，嚴重時會枯死(邱，1983；眞木，1995)。受害茶芽之葉片水分含量降低，百芽重也呈較低之現象(鄭，1997)。水稻抽穗期遭遇焚風時會產生白穗，在台灣宜蘭、恆春等地發生(徐等，1989；李，1999、)。

(三)焚風對製茶品質的影響

1997年溫妮颱風誘發焚風對製茶品質的影響，由不同茶區青心烏龍包種茶品質比較顯示，無論外觀、色澤、水色、香氣、滋味皆以美農茶區所製作之品質較劣於鹿野茶區，兩茶區有明顯的差異。雖然兩塊茶園之芽葉生長性狀差異也影響製茶品質之優劣，但焚風害之茶菁受害明顯已失去製作好茶的條件，鹿野茶區之茶菁較佳且受害極輕微，因此有較佳的製茶品質(鄭，2002)。茶菁受害會影響後續的製茶過程，特別是萎凋期間之芽葉水分變化，而水分含量會影響茶菁各部位內含物之轉化，對茶湯水色、香氣及滋味造成不同程度的影響(林及陳，1997)。除了茶區，甚至同一茶園所生產之原料優劣也會影響製茶品質，分別採摘受害與未受害茶芽製作紅茶、綠茶及包種茶，其品質也以未受害茶芽優於受害茶芽，諸如茶湯水色、外觀、色澤、香氣及滋味表現均不如未受害茶芽，而且葉底破裂，茶渣茶粉多。包種茶水色呈現較暗黃且有混濁現象，色澤不鮮明，外觀葉緣有破裂，滋味失去活性且苦澀(鄭，1997)。不論颱風誘發或季風引發之焚風現象，對製茶品質有相同之影響趨勢，即受害茶芽之製茶品質較差。魏(1991)也指出焚風期間之氣象變化也影響製茶環境，因此影響製茶過程之萎凋、攪拌及靜置過程，可能會造

成茶芽失水不平均且變幅大以致製茶品質不佳。在高溫乾燥強熱風之環境下，芽葉水分管理更加困難。林及陳(1997)指出茶菁萎凋期間若急速失水會導致葉綠素破壞分解，茶葉內含物質轉化不足，以致成茶品質變劣。由上述結果顯示，焚風對製茶品質的影響，不但直接影響茶菁原料，也影響製茶所需之正常環境。因此環境控制之製茶技術對不良環境的改善，可進一步評估其實用性，尤其東部茶區氣候環境多變，災害性氣候頻繁，若能控制環境製茶，對茶葉品質的提升應有正面的影響。

(四)焚風對茶葉生產的影響及產製因應

由歷年調查焚風對茶葉生產的影響，以夏秋颱風誘發之焚風茶樹受害較嚴重，不但芽葉生育受影響，受害嚴重時甚至無茶可採收，當季茶幾乎沒有生產。以1989年莎拉颱風、1990年楊希、亞伯颱風(陳、1990，魏、1991)及1997年溫妮颱風誘發之焚風為例，對茶葉產製產生嚴重的影響，茶農放棄採收並進行修剪工作，當日也無茶農製茶，尤其在美農及太麻里茶區當季茶幾乎沒有採收(鄭，2002)。由於是颱風誘發之焚風現象，因此其受害因素並非全由焚風所造成，同時亦摻雜颱風風雨的影響。陳(1990)及魏(1991)曾評估美農及鹿野茶區受害減產比率，指出兩茶區均受影響，但美農茶區減產比率高於鹿野茶區，造成茶農極大的損失。鄭(2002)指出茶樹焚風害因發生原因而呈現不同的變化。由颱風誘發之焚風，不但芽葉受害嚴重，甚致枝條折斷乾枯，茶菁及製茶品質受影響，造成棄採或減產。季風引發之焚風現象芽葉受害較輕微，對茶菁及製茶品質之影響也較輕微。但兩者誘發之焚風現象均影響茶菁品質及製茶環境，陳(1990)也指出當焚風強度大時，茶菁受害較製茶受害嚴重，強度小時則對製茶品質影響較大。

七、茶樹焚風害防護措施

(一)噴水防護措施

經由人工模擬焚風之氣象變化測試結果顯示，確實能夠達到高溫低濕的氣候環境，經噴水後氣溫下降及相對濕度回升也能減輕茶芽的逆境壓力。經多次測試芽葉受害情形，無論嫩葉或成熟葉，芽葉受害程度隨模擬焚風吹襲時間的延長而提高，老葉則不受影響。品種間受害率以臺茶 12 號高於青心烏龍及臺茶 13 號，其嚴重受害率分別為 46、42 及 32%，整體受害率也呈同樣的趨勢，分別為 81、75 及 73%。由此顯示，不同品種對焚風害反應表現也有差異。不但品種間受害率有明顯的差異，而且芽葉生育期也影響受害率的高低。當芽葉已生長至一心四至五葉，即接近採摘期，其受害率較一心二葉期之幼葉為高，品種間呈現一

致之趨勢，以青心烏龍差異較明顯。由噴水處理試驗結果顯示，2 小時焚風吹襲時經噴水處理可減輕茶芽受害率，當模擬溫度超過 40 °C，臺茶 12 號僅葉緣及芽尖有輕微之受害徵狀，受害率為 33%，無噴水處理則達 91%。模擬焚風介於 35-40 °C 之間，芽葉受害率較低，有及無噴水處理芽葉受害率分別為 20 及 43%。表 10 為不同溫度之模擬焚風及噴水處理茶芽鮮重之變化，模擬焚風在 35-40°C 之間，經 2 小時焚風再行噴水處理確能降低茶芽受害程度以致茶芽有回復的現象，而獲得較佳的茶菁品質。而且經 2 小時焚風不行噴水處理之茶芽也有回復之趨勢，兩品種呈相同之趨勢。但模擬焚風在 40°C 以上，除了 2 小時焚風經噴水處理之青心烏龍有回復之現象，其他處理之茶芽鮮重均與對照呈顯著差異（鄭，2002）。

Table 10. The effect of the simulated foehn and sprinkler irrigation on the fresh shoot weight of the tea tree.

Temperature of simulated foehn	Treatment	TTES No.12		Chin-Hsin Oolong	
		7day	14day	7day	14day
g/bud					
40-42 °C	4 hours F	1.01b (68)	1.14b (68)	1.01b (68)	1.18b (59)
	CK	1.49a (100)	1.68a (100)	1.49a (100)	2.01a (100)
	2 hours F no SI	1.13b (62)	1.97b (70)	1.19a (82)	1.22b (71)
	2 hours F + SI	1.72a (94)	2.15b (76)	1.44a (99)	1.74a (102)
	CK	1.83a (100)	2.82a (100)	1.45a (100)	1.71a (100)
35-40 °C	4 hours F no SI	0.40b (63)	0.55b (70)	0.33a (70)	0.69a (80)
	2 hours F no SI	0.36b (57)	0.82ab (104)	0.38a (81)	0.62a (72)
	2 hours F + SI	0.50ab(79)	1.08a (137)	0.41a (87)	0.72a (84)
	CK	0.63a (100)	0.79ab (100)	0.47a (100)	0.86a (100)

Values followed by the same letters are not significantly at $\alpha=0.05$; F: foehn; SI: sprinkler irrigation.

(二)其他防護措施

除上述之焚風侵襲期間可利用噴水灌溉設施及防風牆來提高茶園濕度、降低溫度，減輕茶芽受害程度。其他防護措施包括重視茶園栽培管理工作之敷蓋、中耕、病蟲害管理及多施用有機肥料，培養強壯的樹勢。茶芽受害嚴

重應予修剪，促進新芽萌發。對已適合採摘之茶芽應儘早採收，以免葉片持續乾枯。製茶工廠須具備有熱風萎凋及空調設施來克服不利製茶的焚風環境。

八、結語

東南部茶區茶葉產製特色為年生長期長，幾乎無休眠期，一年可採收 6-7 次。除了春、夏、秋、冬茶外，也由於氣候溫和，日照長，茶樹萌芽期早，其產期與西部茶區比較，春茶約可提早 20 天以上，冬茶亦可延後 20 天以上，即可以多採收早春茶及晚冬茶各一次。此時期西部茶區已無茶可供採收，為東南部茶區產期上的優勢，為氣候特性之有利因素。但另一方面，由於採收次數多，幾乎全年都在採茶、製茶，因此受天然災害影響之機會也隨之增加。東南部茶區天然災害發生極為頻繁，包括乾旱、颱風、低溫、強風、焚風，均為茶葉生產上之限制因子，因此有必要瞭解農業氣象災害發生情形及其防護措施，建立預防重於治療的觀念，多一分準備，少一分損失，平時做好茶園管理的工作。

九、誌謝

本研究承行政院農業委員會 87 科技-1.1-糧-09 (1-17)、88 科技-1.1-糧-13 (13) 及 89 科技-1.9-糧-01 (1-11) 補助經費，特此誌謝。

十、引用文獻

- 王鎮恆、段建真。1978。茶樹栽培學。p.109-111。浙江農業大學編。
- 台灣省政府農林廳。1995。農藝作物災害損失率基準參考手冊。p.59-70。
- 台灣省政府農林廳。1992、1996、1999。臺灣農業年報，南投縣。
- 朱德民。1985。缺水與作物關係。科學農業 33：37-43。
- 朱德民。1990。植物與環境逆境。國立編譯館出版，臺北市。
- 李祿豐。1999。1998 年瑞伯颱風所誘發焚風對宜蘭地區水稻白穗之影響調查研究。中華農業氣象 6：31-40。
- 林正鈞、洪瑞廷。1987。旱害對果樹生長的影響。p.37-45。果樹天然災害預防與復育手冊。臺中區農業改良場特刊第 39 號，彰化縣。
- 林金池、陳世雄。1997。萎凋溫度與濕度對白茶品質之影響 (I) 失水曲線。臺灣茶業研究彙報 16：1-17。
- 邱垂錫。1983。農業氣象學。徐氏基金會出版，臺北市。
- 邱禮弘、林國榮、黃武林。1991。臺東地區焚風形成及其對果樹之影響。台灣農業 27：56-67。
- 邱禮弘。1994。焚風對枇杷之傷害及防範之探討。枇杷生產技術研習會，p.163-174。
- 眞木太一。1995。農業氣象災害特別是風害及其防止法。中華農業氣象 2：135-147。
- 施昭彰。1994。枇杷之水分生理與管理。p.127-134。枇杷生產技術研討會專集。臺中區農業改良場特刊第 34 號，彰化縣。
- 徐森雄、鍾德月、郭同慶。1989。焚風與農作。農藥世界 75：66-67。
- 徐森雄、吳嘉俊、謝杉舟。1997。敷蓋對坡地微氣候之影響。中華農業氣象 4：19-26。
- 徐英祥、吳振鐸。1965。覆蓋對幼木茶樹生長及製茶品質以及土壤溫濕度之影響。中華農學會報 新 61：67-79。
- 陳玄。1990。焚風對茶樹生育及製茶品質之災害調查。茶業改良場 78 年年報，p.190-194。
- 陳玄、馮鑑准。1994。茶樹旱害及其影響因子調查。中華農業氣象 1：133-141。
- 郭文鑠、楊之遠。1982。颱風誘發焚風現象及其對農作物之影響。氣象學報 28：1-12。

- 馮鑑淮、陳右人、陳國任。1994。東部茶樹剪枝時期、保溫與灌溉對春茶萌芽生長之影響。台灣茶業研究彙報 13 : 9-26。
- 鄭混元。1997。焚風對茶樹芽葉生育及製茶品質之影響。中華農業氣象 4 : 69-80。
- 鄭混元。1998。茶園地表敷蓋處理之微氣候及其對茶樹產量與品質之影響。中華農業氣象 5 : 75-84。
- 鄭混元。1999。乾早期對茶樹農藝性狀及產量之影響研究。臺灣茶業研究彙報 18 : 45-56。
- 鄭混元。2001。植草及敷蓋對茶園土壤環境及茶芽生育、產量及製茶品質之影響。臺灣茶業研究彙報 20 : 13-28。
- 鄭混元。2002。焚風對茶樹生育影響及因應防災措施之研究。臺灣茶業研究彙報 21 : 11-32。
- 鄭混元。2003。乾旱對花東地區茶樹產量影響及因應措施之研究。臺灣茶業研究彙報 22 : (投稿中)。
- 楊之遠、朱鈞。1985。風對水稻生長及生理特性影響之研究 (1) 風對水稻幼苗生長及光合作用、呼吸作用、蒸散作用之影響。中華農學會報 新 132 : 45-46。
- 楊純明。1996。臺灣地區的乾旱災害及土壤缺水對水稻產量之影響。臺灣農業 32 : 76-88。
- 蔡俊明、朱惠民。1983。敷蓋材料對茶樹生長之影響。臺灣茶業研究彙報 2:84-97。
- 顏吉甫、陳昇明、楊策群。1983。水稻田施用穀殼的效益及抵抗病害之研究。中華農學會報 新 124 : 19-29。
- 顏吉甫。1984。穀殼利用之研究 2. 穀殼敷蓋對大麥生產力之影響。中華農學會報 新 124 : 52-60。
- 魏德祥。1991。焚風對茶樹生育及製茶品質之災害調查。茶業改良場 79 年年報 p.171-176。
- Othieno, C.O. and P.M. Ahn. 1980. Effects of mulches on soil temperature and growth of tea plants in Kenya. Expt.Agric. 16:287-294.
- Othenio, C.O. 1980. Effects of mulches on soil water content and water status of tea plants in Kenya. Expt. Agric. 16:295-302.

Drought and Foehn Injury Protection Method for Tea Tree

Hun-Yuan Cheng

Taitung Branch, Tea Research and Extension Station, COA, Taitung, Taiwan, ROC

E-mail : tstt215@myagro.nat.gov.tw

ABSTRACT

This text was to integrate drought and foehn injury investigation and prevention measures for tea tree (*Camellia Sinensis*(L.)Kuntze) from 1989 to 2002 in southeastern tea districts in Taiwan. The investigative and experimental results showed : The Chin-Hsin Oolong was more severely drought-injured in the 2nd summer tea season at Juisui tea district of Hualien Hsien. The climatic changes of drought and non-drought seasons were clearly distinct. The TTES No.17 and Shiang Yuan had greater drought tolerance than others. Conversely, TTES No.5, Chin-Hsin Oolong and Shoei Shian had less drought tolerance. At locations prone to drought, it is suggested to plant the drought tolerant varieties. The rice husk mulching or incorporation on the tea tree rows could prevent tea trees from drought injury and improve soil properties, including soil compaction, water conservation, and soil temperature cooling. Foehn is always occurring in spring, summer and autumn tea seasons. The summer tea season had the highest occurrence rate up to 49%. The injury symptoms appeared in the forms such as leaf droop, dryness in leaf apex, margin, stalk and internode, and inhibition of shoot growth. After grading the injury symptoms, it was found that the injury grade score was positively correlated with maximum wind speed and foehn duration time. The tea tree suffered heavy injury by typhoon-induced foehn in summer and autumn, so as to affect tea production and manufacturing. Lighter injury of tea tree appeared in monsoon or strong air current-induced foehn. When foehn occurs, the best way to protect tea tree is to use sprinkler irrigation to increase relative humidity and decrease air temperature. Tea shoot injury ratio was decreased after the treatment.

Key words : Tea tree, Drought, Foehn, Protection method.