東南部茶區氣象條件對茶樹芽葉生育之影響

鄭　混　元
臺灣省茶業改良場臺東分場

內　容

摘要……226
英文摘要……226
前言……227
材料與方法……227
結果與討論……227
誌謝……241
引用文獻……241

東南部茶區氣象條件對茶樹芽葉生育之影響

鄭 混 元
臺灣省茶業改良場臺東分場

摘 要

本試驗於1992及1993年在台東縣卑南鄉美農高台(285 m)、鹿野鄉永安高台(325 m)及太麻里鄉金針山(1000 m)進行茶樹(*Camellia sinensis* (L.) Kuntze)芽葉農藝性狀、產量構成因子與產量調查及氣象因子觀測。藉調查兩個栽培面積大的茶樹品種—台茶12號及青心烏龍，以路徑係數分析探討氣象因子對芽葉農藝性狀及產量構成因子之影響路徑及其相對重要性，另進行上述農藝特性與產量之路徑分析，做爲茶園栽培管理之依據。結果顯示，氣溫對芽葉農藝性狀及百芽重之直接影響較大，平均氣溫爲正的效果；但最高氣溫則呈負的影響。至於相對濕度則對葉面積及萌芽密度之直接影響爲較重要，平均及最低相對濕度分別爲正及負的影響。兩品種均以萌芽密度及百芽重對芽葉產量之直接影響較大。產量與節間徑、節間長、葉面積及萌芽密度、百芽重均達顯著或極顯著正相關。

關鍵詞：茶樹，氣象因子，路徑係數分析。

Effects of Climatic Factors on the Shoot Growth of Tea Tree in Southeastern District of Taiwan

Hun-Yuan Cheng (Taitung Substation, Taiwan Tea Experiment Station, Luyeh, Taitung, Taiwan, ROC).

ABSTRACT: The experiments were conducted to study the climatic effects on the shoot growth , yield components and yield of tea tree (*Camellia sinensis* (L.) Kuntze) among different growing seasons in the three districts, Meinong(285 m), Yungan(325 m) and Taimali (1000 m) , in Taitung. The path coefficient analysis results were summarized as follows: The air temperature showed the greatest important of direct effect on the shoot agronomic characteristics and 100 shoot weight. The mean and higher air temperature had positive and negative effect, respectively. Furthermore, the relative humidity revealed that the direct effect of leaf area and shoot density was most important. The mean and lower relative humidity had positive and negative effect, respectively. The shoot density and 100 shoot weight showed that the direct effect of shoot yield was most important. The shoot yield appeared significant or highly significant positive correlation with internode diameter, internode length, leaf area, shoot density and 100 shoot weight.

Key words: Tea tree, Climatic factors, Path coefficient analysis.

前 言

近年來由於茶區分佈之演變使原植茶面積較多的西北及東北氣候區的茶園大幅減少，茶園面積有向中部山地及東岸氣候區偏移之現象（農業年報，1995）。東岸氣候區茶園主要分佈之範圍，其橫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台東縣之鹿野鄉、卑南鄉及太麻里鄉，在其他鄉鎮亦有零星分佈。兩縣茶園面積分別有272及779公頃。縱向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（農林廳，1994）。茶樹之生長適溫約在20～30 ℃間。相對濕度經常保持在80～85％，有利於茶芽發育及茶菁品質。大多數茶樹品種日平均氣溫需要在10 ℃以上，茶芽才開始萌發，至14～16 ℃時，逐漸展開嫩葉，於16～24 ℃時，芽葉生長速率爲直線關係。溫度低於10 ℃或高於30 ℃，茶芽生長即受抑制，超過35 ℃持續高溫就會出現葉片枯萎脫落現象（王及段，1978；Herd et al.，1976）。東部茶區由於氣候溫和、日照時間長，每年二月早春時期就有芽葉可供採收，且十二月至翌年一月晚冬時期仍有芽葉生長，全年可採摘6～7次，爲東部茶區茶葉產製之特色；亦爲茶葉產製之有利因素。但因茶區夏季高溫、冬季乾旱明顯，颱風、焚風等氣象災害頻繁，而且每年十月中旬至翌年一月上旬東北季風強勁，雨量集中於七月下旬等均不利於茶葉生產（農林廳，1995），必需利用各種栽培措施加以克服改善，因此對該區茶園環境條件及其生產限制因子之認識亦愈趨重要。其於不同季節及海拔之氣候因子變化與茶樹芽葉生育之關係已有較詳細描述（鄭，1995a；1995b），由相關分析也顯示芽葉農藝性狀不是受單一氣候因子的影響，而是由各種氣候因子的綜合影響。因此本研究係利用路徑係數分析法探討氣象因子對茶樹芽葉農藝性狀、產量構成因子之影響路徑及其相對重要性，另進行農藝特性與產量之路徑分析。同時也比較台茶12號及青心烏龍品種間對氣象因子反應之差異，作爲茶園栽培管理之參考。

材料與方法

本試驗於1992及1993年在台東縣卑南鄉美農高台(北緯22° 51'，東經121° 06'，285 m)、鹿野鄉永安高台(北緯22° 54'，東經121° 07'，325 m)及太麻里鄉金針山(北緯22° 38'，東經120° 58'，1000 m)，以兩種栽培面積較大之茶樹品種－台茶12號及青心烏龍爲對象，調查其芽葉農藝性狀、產量及產量構成因子。其方法爲在芽葉採摘期調查春、夏、秋、冬四個季節之芽葉產量及其農藝性狀，包括芽葉長度、第二節間直徑及節間長、第三葉葉面積和百芽重、萌芽密度等。隨機取各茶區生長整齊之茶樹第一葉已完全展開之一心三葉標準芽，每重複取五芽，四重複共廿十芽調查。此外尚進行氣象因子之觀測。其方法係以自記式溫濕度計觀測三個調查點之各季節溫濕度變化情形，另設置自計式風速計各一組，觀測風速變化。計算各季節萌芽期至採摘期的平均氣溫、最高及最低氣溫、平均相對濕度、最高及最低相對濕度及平均風速。將各項氣象因子與芽葉農藝性狀及產量構成因子及農藝特性與產量分別進行路徑係數分析。路徑係數純爲一種標準化迴歸係數，用來測定某一性狀對另一性狀之直接影響並允許將相關係數分成直接及間接影響兩種成分。

結果與討論

1.氣象因子與芽葉農藝性狀的路徑係數分析

茶樹芽葉農藝性狀不但影響產量，而且與製茶品質有著密切的關係（馮，1988；馮及沈，1990）。芽葉的生育極易受環境因子的影響，這些環境因子包括土壤、施肥、氣候及栽培管理等。在不同季節及海拔所

生產之茶芽，因受到不同的溫度、濕度、日照及水分等環境條件的影響，而產生差異並影響產量及製茶品質。以下就根據路徑係數分析結果來探討各個氣象因子對芽葉農藝性狀之影響程度。其各個因子之路徑及相關如圖1所示。

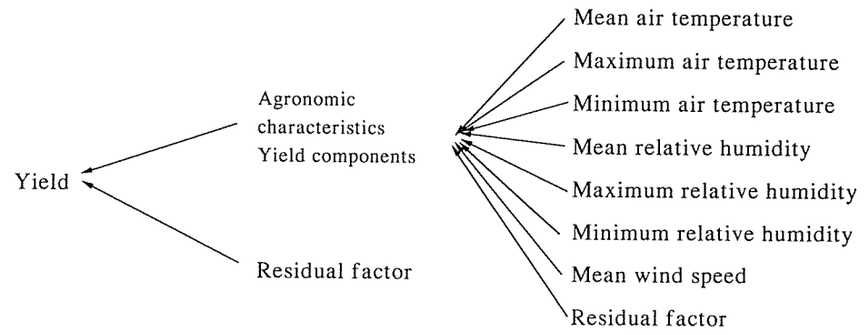


Fig 1. Path diagram between shoot yield, agronomic characteristics, yield components and climatic factors.

(1)芽長

由表1得知，平均氣溫對台茶12號芽長之直接影響爲很大之正值，而經由最高及最低氣溫、最低相對濕度及風速間接之影響均爲負效果，其中以最高氣溫間接之影響爲較大之負值，故其綜合影響爲極顯著之正相關。平均氣溫對青心烏龍芽長之直接影響爲較大之正值，而其經由最高氣溫間接之影響爲很大之負效果；但其經由最低氣溫間接之影響亦爲較大之正效果，因其直接及間接之正效果較負效果爲大，故其綜合影響爲極顯著之正相關。最高氣溫對台茶12號芽長之直接影響爲較大之負值，但其經由平均氣溫間接之影響爲很大之正效果，故其綜合影響爲極顯著之正相關。最高氣溫對青心烏龍芽長之直接影響爲很大之負值，但其經由平均及最低氣溫間接之影響爲較大之正效果，故使其綜合影響的正效果增加，爲顯著之正相關。最低氣溫對台茶12號芽長之直接影響爲很小之負值，而其經由最高氣溫間接之影響爲較大之負值；但其經由平均氣溫間接之影響爲很大之正效果，故使其綜合影響爲極顯著之正相關。最低氣溫對青心烏龍芽長之直接影響爲較大之正效果；而其經由最高氣溫間接影響爲很大之負值，但其經由平均氣溫間接影響爲較大的正效果，故使其綜合影響的正效果較負效果爲大，因此其綜合影響爲極顯著之正相關。

平均相對濕度對台茶12號芽長之直接和間接影響均很小，因其直接及間接影響之負效果較正效果爲大，但其綜合影響仍爲不顯著之負相關。平均相對濕度對青心烏龍芽長之直接影響爲不大之負值，而其經由最高氣溫及最高相對濕度間接之影響爲較小之正值，但其綜合影響仍爲不顯著之正相關。最高相對濕度對台茶12號芽長之直接影響爲不大之正值，但因其經由平均氣溫間接影響爲較大之正值，故其綜合影響爲顯著之正相關。最高相對濕度對青心烏龍芽長之直接和間接影響爲很小之正值，故其綜合影響爲不顯著之正相關。最低相對濕度對台茶12號芽長之直接影響爲不大之正值，而其經由最高氣溫、最低氣溫及最高相對濕度之間接影響亦爲較小之正值，因其直接及間接影響之正效果小於

Table 1. Path coefficient analysis of shoot length versus climatic factors in TTES No. 12 and Chin-Shin Oolong.

Climatic factors	Variety	Direct or indirect effect through: Air temperature(℃) Mean	Maximum	Minimum	Relative humidity(%) Mean	Maximum	Minimum	Wind speed (ms^{-1})	Total correlation
Mean air temperature	N	(2.552)	-1.500	-0.392	0.098	0.081	-0.089	-0.010	0.740**
	L	(0.998)	-2.067	1.530	0.001	0.010	0.017	0.006	0.494**
Maximum air temperature	N	2.521	(-1.518)	-0.390	0.116	0.071	-0.106	-0.007	0.687**
	L	0.977	(-2.111)	1.502	0.001	-0.002	0.026	0.003	0.398*
Minimum air temperature	N	2.493	-1.475	(-0.401)	0.089	0.077	-0.077	-0.010	0.696**
	L	0.980	-2.037	(1.556)	0.001	0.002	0.016	0.007	0.524**
Mean relative humidity	N	-0.625	0.437	0.089	(-0.402)	0.204	0.295	-0.010	0.011
	L	-0.161	0.534	-0.275	(-0.005)	0.156	-0.087	0.008	0.172
Maximum relative humidity	N	0.671	-0.349	-0.101	-0.266	(0.308)	0.165	-0.012	0.417*
	L	0.057	0.019	0.019	-0.004	(0.182)	-0.065	0.009	0.218
Minimum relative humidity	N	-0.727	0.513	0.098	-0.378	0.162	(0.314)	-0.012	-0.029
	L	-0.183	0.595	-0.279	-0.005	0.130	(-0.091)	0.010	0.179
Wind speed	N	-0.457	0.181	0.069	0.072	-0.064	-0.067	(0.056)	-0.209
	L	-0.195	0.215	-0.310	0.001	-0.048	0.029	(-0.033)	-0.340

N: TTES No.12, R^2=0.678, Residual=0.567, n=32; L:Chin-Shin Oolong, R^2=0.502, Residual=0.708, n=29; values in parenthesis are direct effects, the rest are indirect effects; * and **: P<0.05 and 0.01, respectively.

負效果，但其綜合影響仍爲不顯著之負相關。最低相對濕度對青心烏龍芽長之直接和間接影響之負效果小於正效果，但其綜合影響仍爲不顯著之正相關。

風速對台茶12號芽長之直接和間接影響之正效果均很小，因其經由平均氣溫間接之影響爲較小之負值，故其綜合影響爲不顯著之負相關。風速對青心烏龍芽長之直接和間接影響效果均很小，因其負效果大於正效果，但其綜合影響仍爲不顯著之負相關。

以上七項氣象因子對台茶12號及青心烏龍芽長之變異分別爲68％（R^2=0.68）及50％（R^2=0.50），而其剩餘之未知因素均很大，分別爲0.567及0.708。由路徑係數估算決定係數所得結果可知，平均及最高氣溫對台茶12號芽長之直接影響較大；平均、最高及最低氣溫對青心烏龍芽長之直接影響爲較重要。鄭（1995a）指出在不同季節，茶芽長度與氣溫間呈顯著的正相關，本試驗由海拔與季節合併進行分析也獲得同樣的結果。Squire等（1993）指出由於氣溫的影響，在不同海拔茶區，其芽葉生長速率並不相同。另陳等（1989）也指出在30/25℃（日溫/夜溫）不灌溉環境下，茶芽生長受抑制，節間變短。此外芽葉生長速率尙隨品系之不同而異（Smith et al.，1993）。本試驗結果顯示，最高氣溫對青心烏龍芽長之直接影響的負效果大於台茶12號，其原因可能爲青心烏龍較不耐旱。陳及馮（

1994）也指出茶樹品種之耐旱性普遍以青心烏龍最弱，在高溫缺水期受害最爲嚴重。在最低氣溫之影響方面，Tanton（1982）指出在12.5 ℃ 以下芽葉停止生長。由前報（鄭，1995b）可看出，各季節最低氣溫除太麻里之春茶外，其餘均在12 ℃ 以上，本試驗結果發現，最低氣溫對青心烏龍之芽長有較大的正效果的影響，台茶12號則爲很小之負效果。其原因可能是三個海拔茶區各季節最低氣溫尚未低至阻礙茶芽生長之範圍。此外由相關結果也顯示，平均、最高及最低氣溫均與兩品種之芽長呈極顯著正相關，爲直接及間接影響之綜合表現。

(2)節間直徑

由表2 得知，平均氣溫對台茶12號節間直徑之直接影響爲很大之正值，而經由最高及最低氣溫間接之影響均爲較大之負效果，故其綜合影響爲極顯著之正相關。平均氣溫對青心烏龍節間直徑之直接影響爲很大之正值，而其經由最高氣溫間接之影響爲很大之負效果；因其直接及間接影響之正效果較負效果爲大，但其綜合影響仍爲不顯著之正相關。最高氣溫對台茶12號節間直徑之直接及經由最低氣溫間接之影響爲較大之負值，但其經由平均氣溫間接之影響爲很大之正效果，故其綜合影響爲顯著之正相關。最高氣溫對青心烏龍節間直徑之直接影響爲很大之負值，但其經由平均及最低氣溫、最低相對濕度及風速間接之影響均爲正效果，其中以平均氣溫爲最大之正值，因其直接及間接影響的正負效果相同，故其綜合影響爲不顯著之相關。最低氣溫對台茶12號節間直徑直接影響爲較大之負值，而其經由最高氣溫間接之影響亦爲較大之負值；但其經由平均氣溫間接之影響爲很大之正效果，故使其綜合影響爲顯著之正相關。最低氣溫對青心烏龍節間直徑之直接影響爲較小之正效果；而其經由最高氣溫間接影響爲很大之負值，但其經由平均氣溫之間接影響爲很大的正效果，故使其綜合影響的正效果較負效果爲大，但其綜合影響仍爲不顯著之正相關。

平均相對濕度對台茶12號節間直徑之直接和間接影響均很小，因其直接及間接影響之負效果較正效果爲小，但其綜合影響仍爲不顯著之正相關。平均相對濕度對青心烏龍節間直徑之直接影響爲不大之正值，而其經由最高氣溫間接之影響爲較大之正值，但其綜合影響仍爲不顯著之正相關。最高相對濕度對台茶12號節間直徑之直接影響爲不大之負值，但其經由平均氣溫間接影響爲較大之正值，因其直接及間接影響之正效果大於負效果，但其綜合影響仍爲不顯著之正相關。最高相對濕度對青心烏龍節間直徑之直接和間接影響爲很小之正值，故其綜合影響爲不顯著之正相關。最低相對濕度對台茶12號節間直徑之直接影響爲較小之負值，而其經由最高、最低氣溫及最高相對濕度亦爲不大之正值，因其直接及間接影響之正效果與負效果差異小，故其綜合影響爲不顯著之正相關。最低相對濕度對青心烏龍節間直徑之直接和間接影響之負效果小於正效果，但其綜合影響仍爲不顯著之正相關。

風速對台茶12號節間直徑間接影響之正效果爲很小，因其經由平均氣溫間接之影響爲較大之負值，使其綜合影響爲極顯著之負相關。風速對青心烏龍節間直徑之直接和間接影響爲較小之負值，因其負效果較正效果爲大，故其綜合影響爲顯著之負相關。

以上七項氣象因子對台茶12號及青心烏龍節間直徑之變異分別爲57％ (R^2=0.57）及38％（R^2=0.38），而其剩餘之未知因素均很大，分別爲0.654及0.785。由路徑係數估算決定係數所得結果可知，平均、最高及最低氣溫對台茶12號節間直徑之直接影響較大；平均及最高氣溫對青心烏龍節間直徑之直接影響爲較重要。季節間茶芽長度及徑的粗細與氣溫間呈顯著正相關（鄭，1995a），合併分析也有相同的結果。但只有台茶12號達顯著正相關（表2）。另由路

徑分析結果得知，最高氣溫爲負的影響。陳及蔡（1992）在盆栽試驗中發現在高溫缺水時，茶芽節間變短，不論溫度之高低，灌溉處理均能促進節間伸長。本省東部茶區高溫少雨，在1993年美農及永安茶區台茶12號之春茶芽葉生育期降雨量僅約 10 mm。1992年永安茶區青心烏龍之冬茶芽葉生育期累積雨量更少，僅有3.5 mm。因乾旱可能使得最高氣溫對兩品種之節間直徑均爲負的影響。

Table 2. Path coefficient analysis of internode diameter versus climatic factors in TTES No.12 and Chin-Shin Oolong.

Climatic factors	Variety	Direct or indirect effect through: Air temperature(℃) Mean	Air temperature(℃) Maximum	Air temperature(℃) Minimum	Relative humidity(%) Mean	Relative humidity(%) Maximum	Relative humidity(%) Minimum	Wind speed (ms^{-1})	Total correlation
Mean air temperature	N	(3.363)	-1.590	-1.338	-0.108	-0.013	0.105	0.056	0.474**
	L	(2.263)	-2.535	0.340	-0.059	0.005	0.077	0.030	0.120
Maximum air temperature	N	3.323	(-1.609)	-1.331	-0.127	-0.011	0.124	0.037	0.405*
	L	2.215	(-2.589)	0.334	-0.093	-0.001	0.118	0.016	0.001
Minimum air temperature	N	3.286	-1.564	(-1.369)	-0.097	-0.012	0.090	0.054	0.386*
	L	2.222	-2.498	(0.346)	-0.065	0.001	0.075	0.031	0.111
Mean relative humidity	N	-0.824	0.463	0.303	(0.441)	-0.032	-0.345	0.056	0.061
	L	-0.364	0.655	-0.061	(0.369)	0.072	-0.399	0.039	0.311
Maximum relative humidity	N	0.884	-0.370	-0.344	0.292	(-0.049)	-0.193	0.065	0.285
	L	0.129	0.023	0.004	0.316	(0.084)	-0.299	0.041	0.301
Minimum relative humidity	N	-0.958	0.544	0.335	0.415	-0.026	(-0.367)	0.066	0.009
	L	-0.414	0.730	-0.062	0.351	0.060	(-0.419)	0.049	0.296
Wind speed	N	-0.602	0.191	0.237	-0.079	0.010	0.078	(-0.312)	-0.477**
	L	-0.441	0.264	-0.069	-0.093	-0.022	0.133	(-0.154)	-0.383*

N: TTES No.12, R^2=0.572, Residual=0.654, n=32; L:Chin-Shin Oolong, R^2=0.383, Residual=0.785, n=29; Values in parenthesis are direct effects, the rest are indirect effects; * and **: P<0.05 and 0.01, respectively.

(3)節間長

由表3 得知，平均氣溫對台茶12號節間長之直接影響爲很大之正值，而經由最高、最低氣溫、平均及最高相對濕度間接之影響均爲負值，其中以最高及最低氣溫間接之影響爲較大之負效果，故其綜合影響爲顯著之正相關。平均氣溫對青心烏龍節間長之直接影響爲很大之正值，而其經由最高氣溫間接之影響爲很大之負效果，因其直接及間接影響之正效果與負效果差異小，故其綜合影響爲不顯著之相關。最高氣溫對台茶12號節間長之直接及經由最低氣溫間接影響爲較大之負值，但其經由平均氣溫間接之影響爲很大之正效果，故其綜合影響爲顯著之正相關。最高氣溫對青心烏龍節間長之直接影響爲很大之負值，但其經由平均氣溫間接之影響爲很大之正效果，因其直接及間接影響之正效果小於負效果，

故使其綜合影響爲不顯著之負相關。最低氣溫對台茶12號節間長之直接影響爲較大之負值，而其經由最高氣溫間接之影響亦爲較大之負值；但其經由平均氣溫間接之影響爲很大之正效果，故使其綜合影響爲顯著之正相關。最低氣溫對青心烏龍節間長之直接影響爲很小之正效果；而其經由最高氣溫間接影響爲很大之負值，但其經由平均氣溫間接影響亦爲很大的正效果，因其直接及間接影響之正效果較負效果爲小，但其綜合影響仍爲不顯著之負相關。

Table 3. Path coefficient analysis of internode length versus climatic factors in TTES No.12 and Chin-Shin Oolong.

Climatic factors	Variety	Direct or indirect effect through: Air temperature(℃) Mean	Air temperature(℃) Maximum	Air temperature(℃) Minimum	Relative humidity(%) Mean	Relative humidity(%) Maximum	Relative humidity(%) Minimum	Wind speed (ms^{-1})	Total correlation
Mean air temperature	N	(2.431)	-1.012	-0.938	-0.103	-0.032	0.029	0.042	0.417*
	L	(3.739)	-4.050	0.215	-0.092	-0.001	0.160	-0.003	-0.032
Maximum air temperature	N	2.402	(-1.024)	-0.933	-0.121	-0.028	0.034	0.028	0.358*
	L	3.660	(-4.137)	0.211	-0.144	-0.0002	0.246	-0.002	-0.165
Minimum air temperature	N	2.375	-0.995	(-0.960)	-0.093	-0.031	0.025	0.040	0.361*
	L	3.672	-3.992	(0.219)	-0.101	-0.0002	0.156	-0.003	-0.049
Mean relative humidity	N	-0.596	0.295	0.212	(0.419)	-0.081	-0.096	0.042	0.195
	L	-0.602	1.047	-0.039	(0.570)	-0.017	-0.830	-0.004	0.125
Maximum relative humidity	N	0.640	-0.236	-0.241	0.277	(-0.122)	-0.054	0.048	0.312
	L	0.213	0.037	0.003	0.488	(-0.020)	-0.623	0.004	0.102
Minimum relative humidity	N	-0.693	0.346	0.235	0.394	-0.064	(-0.102)	0.050	0.166
	L	-0.684	1.167	-0.039	0.543	-0.014	(-0.872)	-0.005	0.096
Wind speed	N	-0.435	0.122	0.166	-0.075	0.025	0.022	(-0.234)	-0.409*
	L	-0.729	0.422	-0.044	-0.144	0.005	0.276	(0.017)	-0.197

N:TTES No.12, R^2=0.421, Residual=0.760, n=32; L:Chin-Shin Oolong, R^2=0.525, Residual=0.688, n=29; values in parenthesis are direct effects, the rest are indirect effects; * and **: P<0.05 and 0.01, respectively.

平均相對濕度對台茶12號節間長之直接和間接影響均很小，因其直接及間接影響之正效果較負效果爲大，但其綜合影響仍爲不顯著之正相關。平均相對濕度對青心烏龍節間長之直接影響爲較大之正值，而經由最高氣溫間接之影響爲較大之正值，因其經由平均氣溫及最低相對濕度間接影響爲較大之負值，故其綜合影響爲不顯著之正相關。最高相對濕度對台茶12號及青心烏龍節間長之直接影響爲不大之負值，因其直接及間接影響之負效果較正效果小，但其綜合影響仍爲不顯著之正相關。最低相對濕度對台茶12號節間長之直接影響爲很小之負值，而其經由最高氣溫、最低氣溫及平均相對濕度及風速間接影響爲較小之正值，因其直接及間接影響之負效果小於正效果，但其綜合影響仍爲不顯著之正相關。最低相對濕度對青心烏龍節間長之直接和間接影響之負效果小於正效果，故其綜合影響爲不顯著之正相關。

風速對台茶12號節間長之直接和間接影響之負效果較正效果爲大，因其經由平均氣溫間接之影響爲較小之負值，故其綜合影響爲不顯著之負相關。風速對青心烏龍節間長之直接和間接影響之正效果較負效果爲小，故其綜合影響爲不顯著之負相關。

以上七項氣象因子對台茶12號及青心烏龍節間長之變異分別爲42％（R^2=0.42）及53％（R^2=0.53），而其剩餘之未知因素均很大，分別爲0.760及0.688。由路徑係數估算決定係數所得結果可知，平均及最高氣溫對台茶12號及青心烏龍節間長之直接影響較大。由氣溫對節間長直接影響之路徑係數及相關可知青心烏龍品種對氣溫之反應較台茶12號敏感。陳（1992）指出台茶12號基溫爲3.7℃；但青心烏龍需達6.4℃。另陳等（1989）也指出在高溫 30/25℃（日溫/夜溫）灌溉條件下新生枝條較長。本試驗結果顯示，最高氣溫對節間長呈負的影響，其原因可能是在台東茶區每年12月至翌年6 月間降雨不足所致。

(4)葉厚

由表4 得知，平均氣溫對台茶12號葉厚之直接影響爲很小之正值，而經由最高及最低氣溫間接之影響爲很大及較大之負及正效果，因其直接及間接影響之正效果較負效果爲小，但其綜合影響仍爲不顯著之負相關。平均氣溫對青心烏龍葉厚之直接影響爲較大之負值；而其經由最低氣溫間接之影響爲較大之正效果，因其直接及間接之負效果較正效果爲大，但其綜合影響仍爲不顯著之負相關。最高氣溫對台茶12號葉厚之直接影響爲很大之負值，但其經由最低氣溫間接之影響爲較大之正效果，因其直接及間接影響之負效果較正效果爲大，但其綜合影響仍爲不顯著之負相關。最高氣溫對青心烏龍葉厚之直接影響爲很小之負值，但其經由平均及最低氣溫間接之影響分別爲較大之負及正效果，因其直接及間接影響之負效果較正效果爲大，但其綜合影響仍爲不顯著之負相關。最低氣溫對台茶12號葉厚之直接影響爲較大之正值，而其經由最高氣溫間接之影響爲很大之負值；但其經由平均氣溫及平均、最高、最低相對濕度及風速間接之影響均爲很小之正效果，故使其綜合影響爲不顯著之負相關。最低氣溫對青心烏龍葉厚之直接影響爲較大之正效果；而其經由平均氣溫間接影響爲較大之負值，因其直接及間接之影響的正效果較負效果爲小，但其綜合影響仍爲不顯著之負相關。

平均相對濕度對台茶12號葉厚之直接和間接影響均很小，因其直接及間接影響之負效果較正效果爲小，但其綜合影響仍爲不顯著之正相關。平均相對濕度對青心烏龍葉厚之直接影響爲較大之正值，而其經由平均氣溫及最高相對濕度間接之影響均爲較小之正值，故其綜合影響爲極顯著之正相關。最高相對濕度對台茶12號葉厚之直接影響爲不大之正值，因其直接及間接影響之正效果小於負效果，故其綜合影響爲不顯著之負相關。最高相對濕度對青心烏龍葉厚之直接和間接影響之正效果大於負效果，以經由平均相對濕度間接影響爲較大之正效果。故其綜合影響爲極顯著之正相關。最低相對濕度對台茶12號葉厚之直接影響爲不大之正值，而其經由最高氣溫間接影響爲較大之正值，因其直接及間接影響之正效果大於負效果，但其綜合影響仍爲不顯著之正相關。最低相對濕度對青心烏龍葉厚之直接和間接影響之負效果小於正效果，以經由平均相對濕度間接影響爲較大之正效果，故其綜合影響爲極顯著之正相關。

風速對台茶12號葉厚之直接和間接影

響之負效果均很小，因其經由最高氣溫間接之影響亦爲較小之負值，因此其綜合影響爲不顯著之負相關。風速對青心烏龍葉厚之直接和間接影響效果均很小，因其負效果大於正效果，但其綜合影響仍爲不顯著之負相關。

以上七項氣象因子對台茶12號及青心烏龍葉厚之變異分別爲32％（R^2=0.32）及43％（R^2=0.43），而其剩餘之未知因素均很大，分別爲0.822及0.750。由路徑係數估算決定係數所得結果可知，最高及最低氣溫對台茶12號葉厚之直接影響較大；而平均及最低氣溫對青心烏龍葉厚之直接影響爲較重要。葉厚隨海拔增高而增加厚度（馮等，1993），本試驗也有相同的結果，最低氣溫對葉厚之影響爲正效果，兩品種有同樣之趨勢。由相關結果也顯示青心烏龍葉厚與相對濕度間呈極顯著正相關。

Table 4. Path coefficient analysis of leaf thickness versus climatic factors in TTES No.12 and Chin-Shin Oolong.

Climatic factors	Variety	Direct or indirect effect through: Air temperature(℃) Mean	Maximum	Minimum	Relative humidity(％) Mean	Maximum	Minimum	Wind speed (ms^{-1})	Total correlation
Mean air temperature	N	(0.296)	-2.299	1.726	0.070	0.004	-0.062	0.020	-0.242
	L	(-1.808)	-0.013	1.621	-0.154	0.009	0.101	-0.002	-0.246
Maximum air temperature	N	0.292	(-2.327)	1.718	0.082	0.004	-0.073	0.013	-0.291
	L	-1.770	(-0.013)	1.593	-0.242	-0.001	0.155	-0.001	-0.279
Minimum air temperature	N	0.289	-2.262	(1.767)	0.063	0.004	-0.053	0.019	-0.173
	L	-1.775	-0.013	(1.651)	-0.170	0.002	0.099	-0.002	-0.208
Mean relative humidity	N	-0.073	0.670	-0.391	(-0.286)	0.011	0.203	0.020	0.154
	L	0.291	0.003	-0.292	(0.958)	0.129	-0.525	-0.003	0.561**
Maximum relative humidity	N	0.078	-0.535	0.444	-0.189	(0.016)	0.114	0.023	-0.049
	L	-0.103	0.0001	0.020	0.821	(0.150)	-0.393	-0.003	0.492**
Minimum relative humidity	N	-0.084	0.787	-0.433	-0.269	0.008	(0.216)	0.023	0.248
	L	0.331	0.004	-0.296	0.912	0.107	(-0.551)	-0.003	0.504**
Wind speed	N	-0.053	0.277	-0.306	0.051	-0.003	-0.046	(-0.110)	-0.189
	L	0.353	0.001	-0.329	-0.241	-0.040	0.175	(0.010)	-0.071

N: TTES No.12, R^2=0.323, Residual=0.822, n=32; L:Chin-Shin Oolong, R^2=0.436, Residual=0.750, n=29; values in parenthesis are direct effects, the rest are indirect effects; * and **: P<0.05 and 0.01, respectively.

(5)葉面積

由表5得知，平均氣溫對台茶12號葉面積之直接影響爲很大之正值，而經由最高、最低氣溫及平均相對濕度間接之影響均爲負效果，其中以最高氣溫爲最大，因其直接及間接影響之正效果大於負效果，

但其綜合影響仍爲不顯著之正相關。平均氣溫對青心烏龍葉面積之直接影響爲很大之正值，而其經由最高氣溫間接之影響爲很大之負效果；但其經由最低氣溫間接之影響亦爲較大之正效果，因其直接及間接影響之正效果較負效果爲大，但其綜合影響仍爲不顯著之正相關。最高氣溫對台茶12號葉面積之直接影響爲很大之負值，但其經由平均氣溫間接之影響爲很大之正效果，因其經由最低氣溫及平均相對濕度均爲很小之負效果，故其綜合影響爲不顯著之正相關。最高氣溫對青心烏龍葉面積之直接影響爲很大之負值，但其經由平均及最低氣溫間接之影響爲很大及較大之正效果，因其直接及間接影響之負效果大於正效果，故其綜合影響爲顯著之負相關。最低氣溫對台茶12號葉面積之直接影響爲較小之負值，而其經由最高氣溫間接之影響爲很大之負值；但其經由平均氣溫間接之影響爲很大之正效果，故使其綜合影響爲不顯著之正相關。最低氣溫對青心烏龍葉面積之直接影響爲較大之正效果；而其經由最高氣溫間接之影響爲很大之負值，但其經由平均氣溫間接之影響爲很大的正效果，故使其綜合影響的正效果較負效果爲小，但其綜合影響仍爲不顯著之負相關。

Table 5. Path coefficient analysis of leaf area versus climatic factors in TTES No.12 and Chin-Shin Oolong.

Climatic factors	Variety	Direct or indirect effect through: Air temperature(℃) Mean	Maximum	Minimum	Relative humidity(％) Mean	Maximum	Minimum	Wind speed ($m\ s^{-1}$)	Total correlation
Mean air temperature	N	(2.864)	-2.255	-0.405	-0.171	0.032	0.219	0.025	0.309
	L	(2.105)	-3.349	0.911	-0.193	-0.001	0.240	0.016	0.271
Maximum air temperature	N	2.830	(-2.282)	-0.403	-0.201	0.028	0.260	0.016	0.248
	L	2.061	(-3.421)	0.896	-0.304	0.0001	0.369	0.008	-0.390*
Minimum air temperature	N	2.798	-2.218	(-0.415)	-0.154	0.031	0.188	0.024	0.254
	L	2.067	-3.301	(0.928)	-0.213	-0.0002	0.234	0.016	-0.269
Mean relative humidity	N	-0.702	0.657	0.092	(0.697)	0.081	-0.723	0.025	0.127
	L	-0.339	0.866	-0.164	(1.201)	-0.014	-1.246	0.021	0.325
Maximum relative humidity	N	0.753	-0.525	-0.104	0.461	(0.123)	-0.405	0.028	0.331
	L	0.120	0.031	0.011	1.029	(-0.016)	-0.935	0.022	0.262
Minimum relative humidity	N	-0.816	0.771	0.102	0.655	0.065	(-0.769)	0.029	0.037
	L	-0.385	0.965	-0.166	1.143	-0.011	(-1.309)	0.026	0.263
Wind speed	N	-0.513	0.272	0.072	-0.125	-0.025	0.163	(-0.137)	-0.293
	L	-0.410	0.349	-0.185	-0.303	0.004	0.415	(-0.082)	-0.212

N: TTES No.12, R^2=0.353, Residual=0.804, n=32; L:Chin-Shin Oolong, R^2=0.570, Residual=0.655, n=29; values in parenthesis are direct effects, the rest are indirect effects; * and **: P<0.05 and 0.01, respectively.

平均相對濕度對台茶12號葉面積之直接影響爲較小之正值，因其直接及間接影響之正效果較負效果爲大，但其綜合影響仍爲不顯著之正相關。平均相對濕度對青心烏龍葉面積之直接影響爲較大之正值，而經由最高氣溫間接之影響亦爲較大之正值，因其經由最低相對濕度爲較大之負值，故使其綜合影響爲不顯著之正相關。最高相對濕度對台茶12號葉面積之直接影響爲很小之正值，但因其經由平均氣溫及平均相對濕度間接之影響亦爲正值，而經由最高氣溫及最低相對濕度爲較小之負值，故其綜合影響爲不顯著之正相關。最高相對濕度對青心烏龍葉面積之直接影響爲很小之負值，但其經由平均及最低相對濕度間接之影響爲較大之正值及負值，故其綜合影響爲不顯著之正相關。最低相對濕度對台茶12號葉面積之直接影響爲較大之負值，而其經由最高及最低氣溫、平均及最高相對濕度及風速間接之影響均爲正值，因其直接及間接影響之負效果小於正效果，但其綜合影響仍爲不顯著之正相關。最低相對濕度對青心烏龍葉面積之直接影響爲較大之負效果，但其經由最高氣溫及平均相對濕度間接之影響爲較大之正值，故其綜合影響爲不顯著之正相關。

風速對台茶12號及青心烏龍葉面積之直接和間接影響效果較小，因其負效果大於正效果，但其綜合影響仍爲不顯著之負相關。

以上七項氣象因子對台茶12號及青心烏龍葉面積之變異分別爲35％（R^2=0.35）及57％（R^2=0.57），而其剩餘之未知因素均很大，分別爲0.804及0.570。由路徑係數估算決定係數所得結果可知，平均、最高氣溫及最低相對濕度對台茶12號及青心烏龍葉面積之直接影響較大。高海拔茶區之茶芽普遍有葉面積較大之現象（陳，1992；馮等，1993），陳及蔡（1992）指出高溫對葉面積有增進之效果，但是一但缺水時便成爲限制葉面積的主要因子。本試驗結果顯示，最高氣溫對葉面積爲負的影響，可能與東部茶區缺水有關。

2.氣象因子與產量構成因子的路徑分析

氣象因子不但影響芽葉農藝性狀，也影響萌芽密度及百芽重，這兩個因子爲構成茶樹產量之重要因子，也因氣候條件之差異而有不同的表現。如何使各個構成產量的因子發揮最大的生產潛力，皆能夠貢獻於單位面積產量的提高。即需藉由週密的栽培技術配合充足的光能、水分及養分使植株生長旺盛。因此有必要瞭解氣象因子與茶樹產量構成因子之關係。以下由路徑係數分析結果來探討各個氣象因子對茶樹產量構成因子之影響程度。

(1)萌芽密度

由表6得知，平均氣溫對台茶12號及青心烏龍萌芽密度之直接影響爲很小之正值，而經由最低氣溫間接之影響爲較大之負效果，因其直接及間接影響之正效果較負效果爲小，但其綜合影響仍爲不顯著之負相關。最高氣溫對台茶12號萌芽密度之直接影響爲很小之正值，但其經由最低氣溫間接之影響爲較大之負效果，因其直接及間接影響之正效果較負效果爲小，但其綜合影響仍爲不顯著之負相關。最高氣溫對青心烏龍萌芽密度之直接影響爲較大之正值，但其經由最低氣溫間接之影響爲較大之負效果，故使其綜合影響的負效果增加，爲不顯著之負相關。最低氣溫對台茶12號萌芽密度直接影響爲較大之負值，因其直接及間接影響之負效果較正效果爲大，但其綜合影響仍爲不顯著之負相關。最低氣溫對青心烏龍萌芽密度之直接影響爲較大之負效果；而其經由最高氣溫間接影響爲較大之正值，因其直接及間接影響之負效果較正效果爲大，但其綜合影響仍爲不顯著之負相關。

平均相對濕度對台茶12號萌芽密度之直接影響爲較大之正值，但其經由最低相對濕度間接之影響爲較大之負值，因其直接及間接影響之正效果與負效果差異小，故其綜合影響爲不顯著之相關。平均相對濕度對青心烏龍萌芽密度之直接影響爲較大之正值，而其經由最低相對濕度間接之影響爲較大之負值，但其綜合影響仍爲不顯著之負相關。最高相對濕度對台茶12號萌芽密度之直接和間接影響爲很小之正值，故其綜合影響爲不顯著之正相關。最高相對濕度對青心烏龍萌芽密度之直接影響爲較小之負值，因其直接及間接影響之負效果較正效果爲大，但其綜合影響仍爲不顯著之負相關。最低相對濕度對台茶12號萌芽密度之直接影響爲較大之負值，而經由平均相對濕度爲較大之正值，因其直接及間接影響之負效果大於正效果，但其綜合影響仍爲不顯著之負相關。最低相對濕度對青心烏龍萌芽密度之直接影響爲較大之負效果，因其經由平均相對濕度間接之影響爲較大之正值，但其經由最高氣溫及最高相對濕度爲較小之負值，故其綜合影響負效果增加，爲顯著之負相關。

Table 6. Path coefficient analysis of shoot weight versus climatic factors in TTES No.12 and Chin-Shin Oolong.

Climatic factors	Variety	Direct or indirect effect through: Air temperature(℃) Mean	Air temperature(℃) Maximum	Air temperature(℃) Minimum	Relative humidity(％) Mean	Relative humidity(％) Maximum	Relative humidity(％) Minimum	Wind speed ($m\ s^{-1}$)	Total correlation
Mean air temperature	N	(0.213)	0.112	-0.738	-0.277	0.024	0.373	-0.022	-0.315
	L	(0.241)	0.792	-1.255	-0.233	-0.033	0.237	-0.022	-0.273
Maximum air temperature	N	0.210	(0.113)	-0.734	-0.326	0.021	0.442	-0.015	-0.289
	L	0.236	(0.809)	-1.233	-0.366	0.005	0.365	-0.011	-0.195
Minimum air temperature	N	0.208	0.110	(-0.755)	-0.250	0.023	0.321	-0.021	-0.364
	L	0.237	0.781	(-1.278)	-0.256	-0.007	0.232	-0.022	-0.313
Mean relative humidity	N	-0.052	-0.033	0.167	(1.132)	0.060	-1.230	-0.022	0.022
	L	-0.039	-0.205	0.226	(1.445)	-0.495	-1.234	-0.028	-0.331
Maximum relative humidity	N	0.056	0.026	-0.190	0.749	(0.091)	-0.690	-0.025	0.017
	L	0.014	-0.007	-0.015	1.238	(-0.578)	-0.925	-0.029	-0.302
Minimum relative humidity	N	-0.061	-0.038	0.185	1.064	0.048	(-1.309)	-0.026	-0.137
	L	-0.044	-0.228	0.229	1.376	-0.413	(-1.296)	-0.035	-0.411*
Wind speed	N	-0.038	-0.013	0.131	-0.203	-0.019	0.278	(0.122)	0.258
	L	-0.047	-0.083	0.254	-0.364	0.153	0.411	(0.111)	0.435*

N: TTES No.12, R^2=0.410369, Residual=0.768, n=32; L:Chin-Shin Oolong, R^2=0.455, Residual=0.737, n=29; values in parenthesis are direct effects, the rest are indirect effects; * and **: P<0.05 and 0.01, respectively.

風速對台茶12號萌芽密度之直接和間接影響之正效果均較小，因其經由平均氣溫、最高氣溫、平均相對濕度及最高相對濕度間接之影響爲很小之負值，故其綜合影響爲不顯著之正相關。風速對青心烏龍萌芽密度之直接和間接影響之正效果大於負效果，故其綜合影響爲顯著之正相關。

以上七項氣象因子對台茶12號及青心烏龍萌芽密度之變異分別爲41％（R^2 = 0.41）及46％（R^2 = 0.46），而其剩餘之未知因素均很大，分別爲0.768及0.737。由路徑係數估算決定係數所得結果可知，平均及最低相對濕度對兩品種萌芽密度之直接影響較大，兩因子分別爲正及負的影響。最低氣溫對青心烏龍萌芽密度之直接影響也很重要，而且爲負的影響。整體來看，各氣象因子對青心烏龍直接影響之路徑係數比台茶12號爲大。其原因可能如Obaga 等（1989）所述，在不同海拔茶區，品種間萌芽密度表現不同，故對環境之適應性隨品種而異。

(2)百芽重

由表7 得知，平均氣溫對台茶12號百芽重之直接影響爲很大之正值，而經由最高氣溫間接之影響爲很大之負效果，因其直接及間接影響之正效果較負效果爲大，但其綜合影響仍爲不顯著之正相關。平均氣溫對青心烏龍百芽重之直接影響爲很大之正值，而其經由最高氣溫間接之影響爲很大之負效果，因其直接及間接影響之正效果較負效果爲小，但其綜合影響仍爲不顯著之負相關。最高氣溫對台茶12號百芽重之直接影響爲很大之負值，但其經由平均氣溫間接之影響爲很大之正效果，故其綜合影響爲不顯著之正相關。最高氣溫對青心烏龍百芽重之直接影響爲很大之負值，但其經由平均氣溫間接之影響爲很大之正效果，因其經由平均氣溫間接之影響爲很大之負值；因其經由平均氣溫間接之影響爲很大之正效果，故使其綜合影響爲不顯著之正相關。最低氣溫對青心烏龍百芽重之直接影響爲很小之正效果；而其經由平均氣溫間接影響爲很大之正效果，但其經由最高氣溫間接影響爲很大的負效果，因其直接及間接影響的正效果較負效果爲小，故使其綜合影響爲不顯著之負相關。

平均相對濕度對台茶12號百芽重之直接影響爲不大之負值，因其直接及間接影響之負效果較正效果爲小，但其綜合影響仍爲不顯著之正相關。平均相對濕度對青心烏龍百芽重之直接影響爲較大之正值，而經由最高氣溫間接之影響爲較大之正值，故使其綜合影響爲顯著之正相關。最高相對濕度對台茶12號百芽重之直接影響爲較大之正值，但因其經由平均氣溫間接之影響亦爲較大之正值，故其綜合影響爲顯著之正相關。最高相對濕度對青心烏龍百芽重之直接影響爲很小之負值，但其經由平均相對濕度間接之影響爲較大之正效果，故其綜合影響爲不顯著之正相關。最低相對濕度對台茶12號百芽重之直接影響爲很小之負值，因其直接及間接影響之負效果小於正效果，但其綜合影響仍爲不顯著之正相關。最低相對濕度對青心烏龍百芽重之直接影響爲較大之負效果，因其經由平均相對濕度間接之影響爲較大之正值，故其綜合影響爲不顯著之正相關。

風速對台茶12號及青心烏龍百芽重之直接影響爲很小之負值，因其直接和間接影響之負效果大於正效果，但其綜合影響仍爲不顯著之負相關。

以上七項氣象因子對台茶12號及青心烏龍百芽重之變異分別爲37％（R^2=0.37）及49％(R^2=0.49)，而其剩餘之未知因素均很大，分別爲0.793及0.716。由路徑係數估算決定係數所得結果可知，平均及最高氣溫對兩品種百芽重之直接影響較重要，分別爲正及負的效果。另平均及最低相對濕

度對青心烏龍百芽重之直接影響也很重要，分別爲正及負的影響。陳及蔡（1992）指出，在中溫（25/20℃，日溫/夜溫）下灌溉處理，因能促進芽數之增加，故其產量最高，在低溫（20/15 ℃）下灌溉則因芽數減少，產量較低，另在中溫下缺水時，因芽數及芽重均少，其產量最低，而且在芽葉生長期缺水時，提高溫度反而抑制茶芽生長，易形成對口葉而降低製茶品質。另鄭（1995a）指出在低海拔茶區高溫多濕百芽重有較高之趨勢，而黃（1988）則認爲在旱季灌水有利於茶芽之生長。綜合前人以及本研究結果顯示，在高海拔茶區提高溫度有利於茶芽之生長；而平地茶區乾旱環境最不利於茶芽生長，此現象在夏季高溫及冬季乾旱下尤其明顯，可知水分爲茶樹茶芽生育的重要因子。

Table 7. Path coefficient analysis of 100 shoot weight versus climatic factors in TTES No.12 and Chin-Shin Oolong.

Climatic factors	Variety	Direct or indirect effect through: Air temperature(℃) Mean	Air temperature(℃) Maximum	Air temperature(℃) Minimum	Relative humidity(％) Mean	Relative humidity(％) Maximum	Relative humidity(％) Minimum	Wind speed ($m\ s^{-1}$)	Total correlation
Mean air temperature	N	(2.758)	-2.580	-0.178	0.086	0.136	0.013	0.020	0.255
	L	(2.255)	-2.906	0.494	-0.223	-0.009	0.222	0.009	0.158
Maximum air temperature	N	2.725	(-2.611)	-0.177	0.101	0.119	0.016	0.014	0.187
	L	2.208	(-2.968)	0.486	-0.351	0.001	0.343	0.005	0.276
Minimum air temperature	N	2.695	-2.538	(-0.182)	0.078	0.130	0.012	0.020	0.215
	L	2.214	-2.864	(0.504)	-0.246	-0.002	0.217	0.010	0.167
Mean relative humidity	N	-0.676	0.752	0.040	(-0.351)	0.344	-0.044	0.020	0.085
	L	-0.363	0.751	-0.089	(1.388)	-0.134	-1.157	0.012	0.408*
Maximum relative humidity	N	0.725	-0.601	-0.046	-0.232	(0.519)	-0.025	0.024	0.364*
	L	0.129	0.027	0.006	1.190	(-0.156)	-0.868	0.013	0.341
Minimum relative humidity	N	-0.786	0.883	0.045	-0.330	0.274	(-0.047)	0.024	0.063
	L	-0.413	0.837	-0.090	1.321	-0.111	(-1.215)	0.015	0.344
Wind speed	N	-0.494	0.311	0.031	0.063	-0.107	0.010	(-0.114)	-0.300
	L	-0.440	0.303	-0.100	-0.350	0.041	0.385	(-0.048)	-0.209

N: TTES No.12, R^2=0.369, Residual=0.793, n=32; L:Chin-Shin Oolong, R^2=0.485, Residual=0.716, n=29; values in parenthesis are direct effects, the rest are indirect effects; * and **: P<0.05 and 0.01, respectively.

3. 芽葉農藝性狀及產量構成因子與產量的路徑係數分析

茶樹芽葉產量的影響因子有芽重及芽數，即百芽重及萌芽密度，芽重受開面度、萌芽枝的直徑、葉層厚度及葉厚影響；另芽數則受分枝數及葉面積指數影響。另一

項影響產量之因子爲採摘面積，包括株高及採摘面寬度，即樹形。其中以茶芽數、茶芽重及採摘面積爲主要的影響因子（大石，1986；Tanton, 1979）。每個構成產量的有關因子需相互配合才能獲得最高的生產潛力。芽葉農藝性狀及產量構成因子受氣象條件影響，進而影響產量。

由芽葉農藝性狀及產量構成因子與產量之路徑係數分析結果顯示（表8），台茶12號各性狀對芽葉產量之直接影響以萌芽密度及百芽重爲最大，其次爲葉厚，節間徑及葉面積最小，芽長及節間長對芽葉產量則呈較小的負的直接影響。青心烏龍則以百芽重及萌芽密度對芽葉產量之直接影響最大，其餘性狀影響較小，而芽長、節間徑及節間長對芽葉產量爲較小的負的直接影響。芽長對台茶12號及青心烏龍芽葉產量之直接影響爲很小之負效果，其經由百芽重間接之影響爲較大之正值，因其經由萌芽密度間接影響爲較大之負值，而使其正效果降低，因此其綜合影響爲不顯著之相關。節間徑對台茶12號及青心烏龍芽葉產量之直接影響爲很小，其經由百芽重間接影響爲較大之正效果，但經由萌芽密度間接影響之負效果使正效果降低，以台茶12號較明顯，故其綜合影響爲不顯著之正相關；但青心烏龍則達顯著之正相關。節間長對台茶12號及青心烏龍芽葉產量之

Table 8. Path coefficient analysis of shoot yield versus shoot agronomic characteristics and yield component in TTES No.12 and Chin-Shin Oolong.

Charac-teristics	Variety	Direct or indirect effect through: Shoot length (cm)	Internode diameter (mm)	Internode length (cm)	Leaf thickness (mm)	Leaf area (cm^2)	Shoot density (buds m^{-2})	100 shoot weight (g)	Total cor-relation
Shoot length	N	(-0.045)	0.018	-0.009	-0.002	0.004	-0.254	0.337	0.049
	L	(-0.043)	-0.020	-0.007	0.002	0.005	-0.256	0.432	0.113
Internode diameter	N	-0.029	(0.029)	-0.011	0.009	0.005	-0.178	0.430	0.256
	L	-0.026	(-0.034)	-0.008	0.007	0.006	-0.157	0.569	0.357*
Internode length	N	-0.020	0.016	(-0.020)	0.0003	0.005	0.029	0.365	0.375**
	L	-0.022	-0.020	(-0.014)	0.002	0.007	0.033	0.507	0.493**
Leaf thickness	N	0.001	0.004	-0.0001	(0.067)	0.002	-0.131	0.203	0.146
	L	-0.006	-0.013	-0.001	(0.019)	0.003	-0.220	0.244	0.026
Leaf area	N	-0.025	0.019	-0.014	0.015	(0.007)	0.087	0.501	0.590**
	L	-0.023	-0.024	-0.011	0.006	(0.009)	0.028	0.669	0.654**
Shoot density	N	0.015	-0.007	-0.001	-0.011	0.001	(0.773)	-0.003	0.767**
	L	0.016	0.008	-0.001	-0.006	0.0003	(0.699)	-0.008	0.708**
100 shoot weight	N	-0.025	0.021	-0.012	0.023	0.006	-0.004	(0.602)	0.611**
	L	-0.025	-0.027	-0.010	0.006	0.008	-0.008	(0.730)	0.674**

N: TTES No.12, R^2=0.973, Residual=0.163, n=32; L: Chin-Shin Oolong, R^2=0.970, Residual=0.171, n=29; values in parenthesis are direct effects, the rest are indirect effects; * and **: P<0.05 and 0.01, respectively.

直接影響爲很小之負值，因其經由百芽重間接之影響爲較大之正效果，故其綜合影響爲極顯著正相關。葉厚對台茶12號及青心烏龍芽葉產量之直接影響爲很小之正值，因其直接及間接影響之正效果大於負效果，但其綜合影響仍爲不顯著之正相關。葉面積對台茶12號及青心烏龍芽葉產量之直接影響爲很小之正值，因其經由百芽重間接影響爲較大正值，故其綜合影響爲極顯著之正相關。萌芽密度及百芽重對兩品種芽葉產量之直接影響爲很大之正效果，但經由其他性狀間接影響均爲很小之效果，故其綜合影響爲極顯著之正相關。

以上七項茶芽特性對台茶12號及青心烏龍芽葉產量之變異均爲97%（R^2=0.97），而其剩餘之未知因素爲很小，分別爲0.163及0.171。由路徑係數估算決定係數所得結果可知，兩品種均以萌芽密度及百芽重對芽葉產量直接影響爲較重要。

由上述分析可知，萌芽密度及百芽重是構成產量之重要因子，兩者受許多性狀因子影響。而芽葉農藝性狀爲氣象因子直接和間接影響之結果，顯示各因子息息相關，因此決定了產量的高低與製茶品質的優劣。陳（1992）指出在適栽之溫量指數範圍內，溫量愈高對茶葉產量有利，但卻對製茶品質不利，此現象尤以高溫之夏茶季最明顯。適栽之雨量範圍內，雨量與氣溫之比愈高對茶葉產量不利，但卻對製茶品質有利，此現象尤以易乾旱之春、冬茶季最明顯。可知對產量及品質都有不利的因素存在，也是東部茶區茶業經營管理面臨的問題。因此有必要從了解茶園環境著手。再以栽培措施來改變茶園微氣象，以使芽葉農藝性狀更符合製作好茶之條件，因而提升製茶品質。

誌　謝

本計畫承蒙行政院農業委員會經費支助，又蒙中興大學翁仁憲教授斧正，執行期間並獲台東分場陳秀慧小姐協助，特此致謝。本研究承農委會（81農建-2.1-林-28(2)，82農建-2.1-林-05(2)及83農建-2.1-企-01)）補助。

引用文獻

王鎮恆、段建眞 1978 茶樹栽培學。pp. 109-111。浙江農業大學編。

台灣省政府農林廳 1995 台灣農業年報 pp. 57。

台灣省政府農林廳 1994 台灣茶園面積調查報告 pp. 25-36。

台灣省政府農林廳 1995 農藝作物災害損失率基準參考手冊 pp. 59 -70。

陳玄 1992 氣象因子對茶樹生長之影響。pp. 85-113。茶葉產製技術研討會專刊。

陳玄、馮鑑淮 1994 茶樹旱害及其影響因子調查。中華農業氣象 1：133-141。

陳國任、謝邦昌、蔡文福 1989 水分、溫度對茶樹生育及茶芽特性之影響。pp. 73-94。台灣地區農業氣象資源應用研討會專輯。

陳國任、蔡文福 1992 缺水及不同溫度處理對茶樹芽葉生育之影響。台灣茶業研究彙報 11：31-42。

馮鑑淮 1988 茶樹育種提早選種指標的研究。(Ⅰ)品種芽葉農藝性狀與產量及部份發酵茶品質的路徑分析。台灣茶業研究彙報 7：79-90。

馮鑑淮、沈明來 1990 茶樹育種提早選種指標的研究。II. 品種芽葉農藝性狀與產量及綠茶兼包種茶以及紅茶品質之關係。台灣茶業研究彙報 9：7-20。

馮鑑淮、蔡俊明、施金柯、陳右人 1993 海拔高度與茶樹採摘週期芽葉農藝性狀及包種茶品質的影響研究。台灣茶業研究彙報 12：47-64。

鄭混元 1995a 東南部茶區季節間氣候條件對茶樹芽葉生育及化學成分之影響。中華農業氣象 2：53-67。

鄭混元 1995b 東部茶區氣象條件對茶樹芽葉生育之影響。台灣茶業研究彙報

14：47-64。

黃騰鋒 1988 不同灌溉水量對茶樹生育之影響與灌溉效益之研究。台灣茶業研究彙報 7：35-41。

大石貞男 1986 茶の生育診斷と栽培。pp. 10-52。農文協，東京。

Herd, E. M., and G. R. Squire. 1976. Observations on the winter dormancy of tea in Malawi. J. Horti. Sci. 51: 267-279.

Obaga, S. M. O., C. O. Othieno, and J. K. Lang'at. 1989. Observation on the effect of altitude on yield attributes of some tea clones- growth and density of shoots. Tea 10(2): 73-79.

Smith, R. I., F. J. Harvey, and M. G. R. Cannell. 1993. Clonal responses of tea shoot extension to temperature in Malawi. Expt. Agric. 29: 47-60.

Squire, G. R., S. M. O. Obaga, and C. O. Othieno. 1993. Altitude, temperature and shoot production of tea in the Kenyan highlands. Expt.Agric. 29(1):107-120.

Tanton, T. W. 1979. Some factors limiting yields of tea. Expt. Agric. 15:187-191.

Tanton, T. W. 1982. Environmental factor affecting the yield of tea (*Camellia sinensis* L.) Ⅰ. Effect of air temperature. Expt. Agric. 18:47-52.