

기상요인에 의한 잎담배 수량예측

이철환 · 변주섭*

한국인삼연구소 대구시험장, 충북대학교 연초학과*

Prediction of Tobacco Yield by Means of Meteorological Factors During Growing Season

Lee Chul-Hwan, Byun Ju-Sub*

Daegu Experiment Station, Korea Ginseng & Tobacco Research Institute
Dept. of Tobacco Science, Chungbuk National University*

(Received Feb. 27, 1989)

ABSTRACT

This study was conducted to determine the time and methods of predicting tobacco yield, by analysis of climatic factors in the period of tobacco season during 8 years from 1979 to 1986 at the Daegu district, south eastern part of Korean peninsula.

The results obtained are summarized as follows:

1. Climatic factors of each month which have influence on tobacco yield were the amount of rainfall in May and sunshine hours in July. Among climatic factors at tobacco growth stages, the precipitation at the maximum growth stage and long sunshine duration at the maturing stage much influenced tobacco yield. But these meteorological factors had different effect on variety.

2. Between tobacco yields and climatic factors by even values of each month, tobacco yield was estimated by equations, flue cured tobacco: $Y=190.6 - 5.230X_1 + 0.474X_2 + 0.142X_3$ (X_1 : Minimum temperature of April, X_2 : Precipitation during May, X_3 : Sunshine duration on July), air cured tobacco: $Y=195.3 - 0.447X_1 + 0.363X_2 + 0.112X_3$ (X_1 : Maximum temperature of May, X_2 : Precipitation during May, X_3 : Sunshine duration on July). While between tobacco yield and climatic factors at different growth stage, predicting equation of yield could be derived, flue cured tobacco: $Y=205.8 + 0.510X_1 + 0.289X_2 + 0.305X_3$ (X_1 : Average temperature during the early growth stage, X_2 : Precipitation during the early and maximum growth stage, X_3 : Sunshine hours during the leaf and tips maturing stage), air cured tobacco: $Y=194.7 - 0.498X_1 + 0.615X_2 + 0.121X_3$ (X_1 : Maximum temperature during the transplanting time, X_2 : Precipitation during the maximum growth stage, X_3 : Sunshine hours during the leaf and tips maturing stage).

서 론

작물의 생육환경은 기상요인, 토양요인, 생물요인으로 크게 나눌수가 있고, 이들 3요인이 작물 생육을 결정하지만 보다 가변적이고 영향이 큰 요인은 기상요인이라 하겠다^{2,3,23,26}).

연초작황의 증, 감수를 통하여 기상의 영향을 경험한 바와 같이^{4,5,27} 동일한 품종을 동일한 조건하에서 재배하여도 년도에 따라 풍흉의 차가 나타나며 이러한 차이의 원인은 기온, 강수량등 기상요인의 영향이고, 그 영향의 정도는 작물의 생육시기에 따라서도 다르게 나타나고 있다^{12,14,31,32}).

지금까지 매년 같은 포지, 동일한 방법으로 재배한 작황시험의 수량지수에서 평년을 기준으로 하여 이것보다 증, 감수하는 부분을 당해년도 기상효과로 간주하였고, 기술효과는 일반농가 포지의 작황지수(일반농가의 단위면적당 수량은 그 해의 기상효과외에 기술의 영향도 생산에 관여하여 종합적인 효과로 나타난다는 개념)에서 작황시험의 지수를 뺀값으로 나타내고 있다^{27,28,29}).

그러나 실용적인 면에서 작황시험 결과와 농업 통계에서 나타난 작황의 경향이 일치하지 않을때가 있어 해석하기 어려운 점이 많았고, 기상효과와 기술효과 간에는 양자가 서로 높은 정의 효과로 균형을 이룰때 풍작형이 되고, 기상효과가 낮으면 기술효과가 높아도 흉작형이 되어왔다^{19,39,45}).

앞담배 생육과 기상과의 관계에 대하여 다수의 논문이 보고되어 있으나^{10,11,12,35,36,40,41} 대부분

복잡하게 얽혀있는 각 기상요인중 관련 요인들은 모두 고정시키고 어느 한 요인만을 검토한 결과가 대부분이기 때문에 과거성적의 해석에는 효과적이지만 미래의 예측에는 부적합한 면을 지니고 있어 실제 이용하기 어려웠다.

본 시험은 해당지역의 기상요인을 지리적 조건으로 보고 평년기상하에서 본 지역의 기상요인과 수량과의 관계를 해석, 수량예측이란 면에서 몇가지 기초자료를 얻고져 시도하였다.

재료 및 방법

공시 품종으로 황색종에서 NC 2326 및 NC 82 를, 버어리종은 Burley 21 을 공시하여 한국인삼연초 연구소 대구시험장에서 1979년부터 1986년까지 8개년에 걸쳐 매년 동일포지(중급 비옥도)에서 수행하였다.

황색종은 품종별로 220.5㎡(500주), Burley 종이 230㎡(580주)로서 시험포 면적을 넓게 하고, 개광말칭 표준재배법으로 재식거리를 황색종 105×42cm(2,267주/10a), Burley 종 110×36cm(2,525주/10a)로 하였고, 시비량은 연초용 복합비료(10-10-20)를 황색종에 100kg/10a, Burley 종에 175kg/10a 각각 시비하였으며, 퇴비는 두 품종 공히 1,200kg/10a를 사용하였다.

파종 및 이식은 매년 2월 20일과 4월 10일에 하였고, 개화기인 6월 10일경 치엽 2매를 붙여 적시하였으며, 성숙진행에 따라 6월 15일에서 7월 31일에 걸쳐 수확하였다. 건조는 황색종은

○ Conventional terms of tobacco growth stage and their code number.

Code No.	Growth stage	Period
T ₁	Transplanting time	April 10~ April 20
T ₂	Early growth stage	April 21~ May 20
T ₃	Maximum growth stage	May 21~ June 10
T ₄	Lugs and cutters maturing stage	June 11~ June 30
T ₅	Leaf and tips maturing stage	July 1~ July 31

Bulk 건조기에서, Burley 종은 음건장에서 실시하였다.

기상조사는 매일 동일장소에서 일조계(Jordan)와 5종의 관측기구를 사용하여 측정하였으며, 연초의 생육단계는 한국인삼연초연구소 표준경작법에 준하여 아래와 같이 구분하였다.

결과 및 고찰

1974년부터 1986년까지 13년간 본지역의 주요 기상요인을 조사한 결과는 표 1,2와 같다. 월별 기상요인의 년차변이계수는 강수량이 가장 컸고, 다음이 일조시간이었으며, 최고 및 평균기온은 작았다. 생육기간동안의 기상요인 변이계수를 보면 평균, 최고 및 최저기온은 4월이 가장 컸고 일교차는 6월과 7월이 컸으며, 일조시간은 7월 > 6월 > 4월 > 5월 순으로 나타났으나 큰 차이가 없었으며, 강수량은 5월 > 4월 > 7월 > 6월 순으로 나타났고, 5월의 강수량 변이계수는 67.4%이었다.

생육시기별 기상요인의 변이계수를 보면 평균 및 최고기온에서는 시기별 차이가 크지 않았고, 최저기온은 하중엽 성숙기에 가장 크고 이식기, 초기 및 최대생장기 순이었으며, 일조시간은 성숙기, 이식기, 초기 및 최대생장기 순으로, 강수량은 최대생장기, 이식기, 성숙기, 초기생장기 순이었다.

4월 10일을 전후하여 이식하면 5월 20일경에 최대생장기에 미치는데²⁷⁾ 수분 요구량이 많은 이시기에⁴²⁾ 한발이 동반되면 감소되는 해가 많았다^{4,32)}. 본 시험이 수행된 지역도 이식기의 최저기온과 최대생장기의 강수량 변이계수가 크고 성숙기에 강수량 분포가 많아 수량의 안정성면에서 다소 불리한 환경이라고 생각된다.

생육기간중 월별 기상요인과 수량과의 관계는 그림 1,2와 같다. 월별 기상요인중 수량과 상관이 있는 것은 황색종(NC 2326, NC 82)에서는 4월의 최저기온, 5월과 6월의 강수량, 5월, 6월, 7월의 일조시간이었다. 이식초기의 저온은 저온장애와 뿌리의 활착불량을 초래하여 생육에 나쁜 영향을 미치는 한편 최저기온이 높으면 엽수증가에 효과가 있다고 한 바와 같이^{44,47)}, 최저기온이 일정한계까지는 높은 것이 유효하나 이상적으로 높아질 경우는 고온장애로 수량이 감소하는 것으로 고찰된다.

5월 및 6월의 강수량과 수량과는 정상관이 인정되어 지금까지의 결과^{10,30)}와는 상이하였는데 이는 이식기의 시기차가 컸으며 지역적으로 본지역에서는 5월이 한발상습기이면서 최대생장기에 해당되어 수분 요구량이 큰 시기이고¹⁵⁾, 6월은 짧은 장마기간에 해당되나 강수량은 대부분 유실되거나 5월의 한발을 상쇄하기 때문에 정의 상관을 보인 것으로 고찰된다. 수량과 6월의 일조와 2차회귀 관계가 인정되었고, 5월 및 7월의

Table 1. Variation of meteorological factors during tobacco seasons from 1974 to 1986.

Month	Average Temp.		Maximum Temp.		Minimum Temp.		Daily range *		Hours of sunshine		Sum of precipitation	
	Mean	C.V	Mean	C.V	Mean	C.V	Mean	C.V	Mean	C.V	Mean	C.V
April	10.3	8.3	19.6	7.4	5.2	24.7	14.4	12.7	5.1	26.0	83.2	60.8
May	19.3	3.9	25.5	3.6	10.4	10.9	15.1	9.1	6.0	23.2	73.6	67.4
June	23.4	5.6	28.4	5.6	15.9	12.1	12.5	15.9	4.1	29.6	127.5	39.7
July	25.8	5.7	30.1	6.0	20.7	6.4	9.4	16.1	3.6	30.8	195.7	53.3

* Fluctuation between max. and min. temp. during a day.

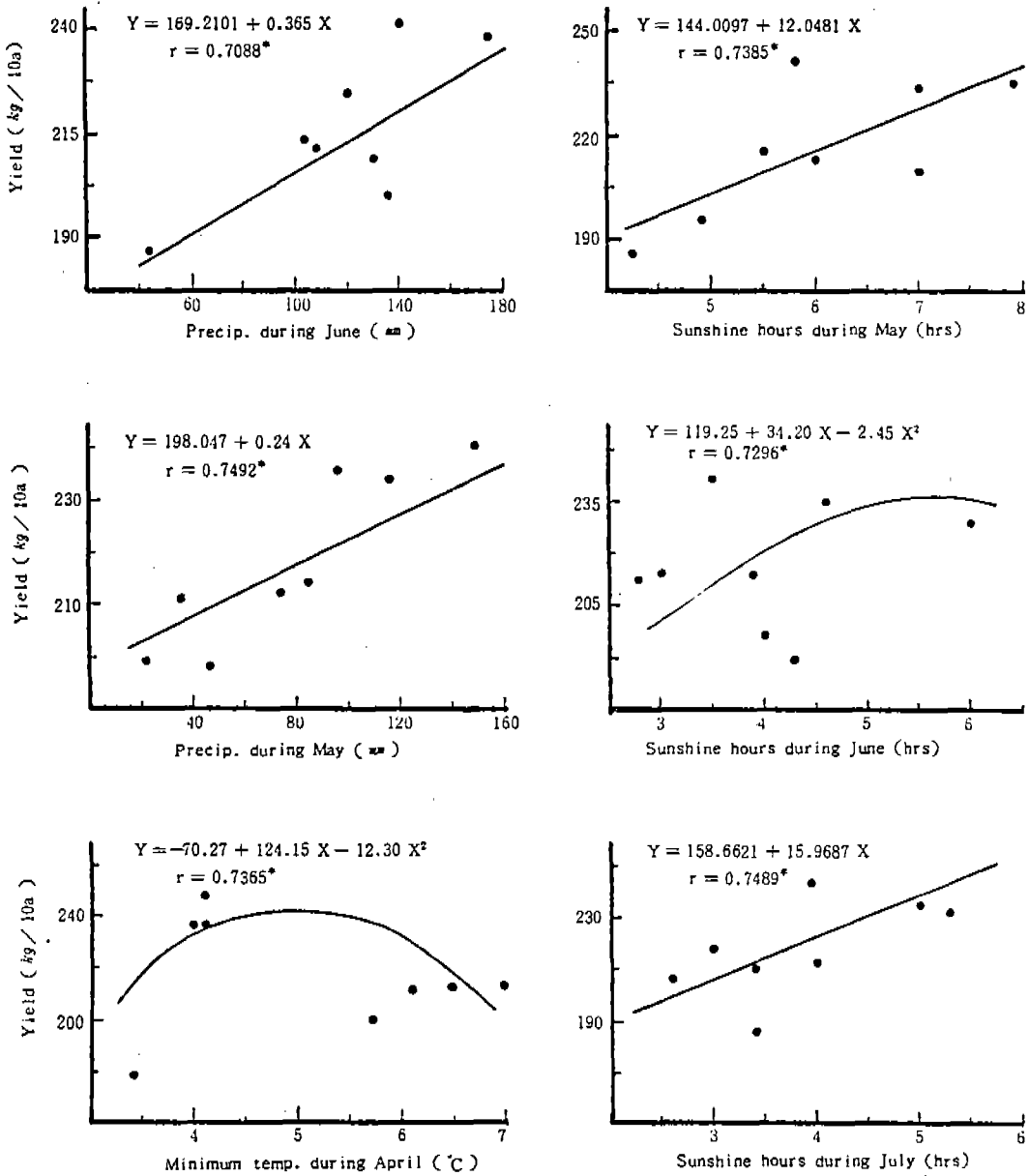


Fig.1. Relationships between yield of flue-cured tobacco and climatic factors during tobacco season.

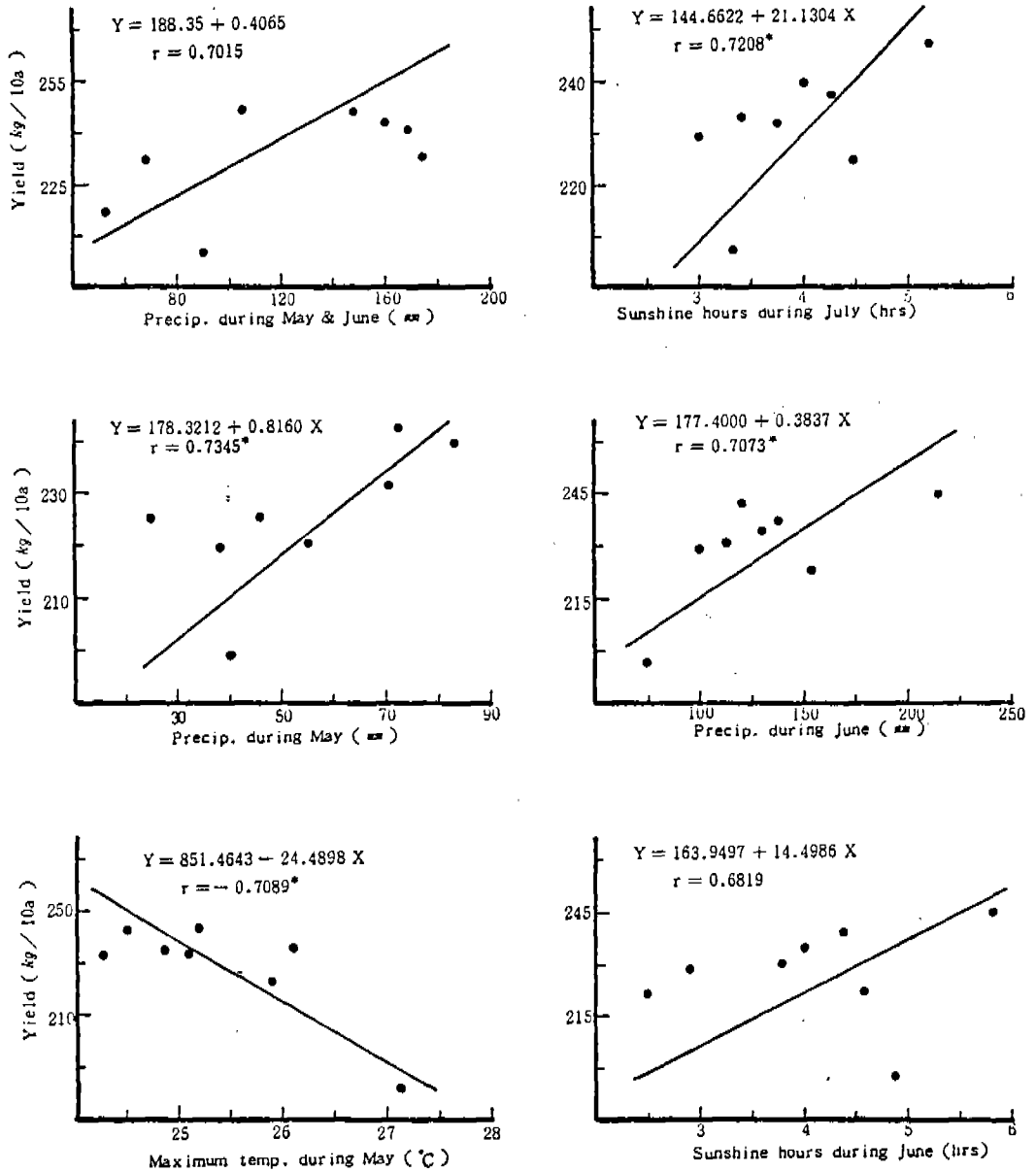


Fig.2. Relationships between yield of air-cured tobacco and climatic factors during tobacco season.

Table 2. Variation of meteorological factors from 1974 to 1986 during the tobacco growing season.

Growth stage	Average Temp.		Maximum Temp.		Minimum Temp.		Daily range *		Hours of sunshine		Sum of precipitation	
	Mean	C.V	Mean	C.V	Mean	C.V	Mean	C.V	Mane	C.V	Mane	C.V
Transplanting time	14.0	5.1	19.9	6.3	6.4	26.1	13.4	14.1	5.6	32	37.9	80
Early growth stage	17.6	6.2	23.3	5.7	8.7	12.3	14.6	10.2	6.2	21	81.2	53
Maximum growth stage	22.1	6.0	27.9	6.4	13.4	11.4	14.6	16.5	6.5	19	43.0	82
Lugs and cutters maturing stage	23.6	5.9	28.5	2.5	16.6	32.8	11.5	17.2	4.5	40	89.3	71
Leaf and Tips maturing stage	26.3	7.0	30.5	6.0	21.1	8.6	9.4	16.4	3.9	36	204.1	62

* Fluctuation between max. and min. temp. during a day.

일조는 정의 상관관계가 인정되어 이미 보고된 결과 1, 10, 12, 13, 20, 34, 43) 와 일치되는 경향이였다.

Burley 21에서는 5월의 최고기온과 수량과는 부의 상관을, 5월과 6월의 강수량, 5월 및 6월 강수량의 합, 6월과 7월의 일조시간과는 정의 상관을 나타내었다. 5월의 최고기온과 버어리종 수량과는 부의 상관이었는데 최근 조기 P.E 필름 피복재배로 경작기절이 앞당겨져 5월은 초기 및 최대생장기에 해당된다. 이때가 Rosette 기로 주간온도가 높으면 잎의 황화현상을 나타내고 생장이 불량해져 다소 감소하는 것으로 고찰된다 10, 46).

5월의 강수량, 5월 및 6월 강수량의 합과 정의 상관인 것은 황색종에서와 같은 이유인 것으로 고찰될 수 있겠으며 15), 최대생장기중 월 강수량은 유실수를 제외하고도 115mm는 되어야 한다는 보고 42) 에 비하면 본지역의 5월 평균 강수량은 74mm (표 1 참조) 에 머물러 절대량이 부족하였다. 6월과 7월의 일조시간과 수량은 정의 상관이었는데 일반적으로 생육후기는 일조시간이 길고, 강수량이 적은것이 수량, 품질양면에 유리하다는 보고 6, 7, 18, 40) 와 거의 일치되는 결과이었다.

생육시기별 기상요인과 수량과의 관계는 그림 3, 4와 같다. 황색종에서 수량과 상관인 있는 요인은 이식기의 최저기온, 초기생장기의 평균기온, 초

기, 최대생장기의 강수량, 양시기 강수량의 합, 본상엽 성숙기의 일조시간과 각각 상관인 인정되어 기상 3요인중 수량에 가장 영향이 큰 요인은 강수량으로 나타났다.

이식기의 최저기온은 높을수록 수량은 증가하는 것으로, 뒤이어 초기생장기의 평균기온은 2차회귀관계가 있었는데 일반적으로 이식기에 온도가 높고, 강수량이 적으며 다소 건조한 조건이 증수에 유리하다는 보고 12, 13) 와 담배의 생체중, 건물중 및 엽수등이 주간보다 야간온도에 더 민감하여 영향이 크고, 초기생장기의 평균온도는 17°C 내외로 일교차가 적은 것이 유리하다는 Chen 등 3), Haroon 등 9) 의 보고와 대체로 일치하였다. 초기, 최대생장기의 강수량, 양시기 강수량의 합과는 정의 상관으로 나타나 정 등 16, 17), 大熊 등 37, 38) 의 결과와 같은 경향을 보였으며, 본지역의 최대생장기 평년강수량은 43mm에 불과하여 초기 및 최대생장기 강수량의 누적치와도 상관인 인정된 것으로 생각된다.

본상엽 성숙기의 일조시간 장단은 수량뿐만 아니라 품질면에도 영향이 크고 고온, 다조, 과우상태로 경과되면 내용성분의 축적이 많고, 단위엽면적 무게, 건조비율 등이 높으며 무병작황이 된다는 이등 27, 28, 29) 의 보고와 대체로 비슷하였다.

버어리종에서는 황색종과 다소 상이한 관계를

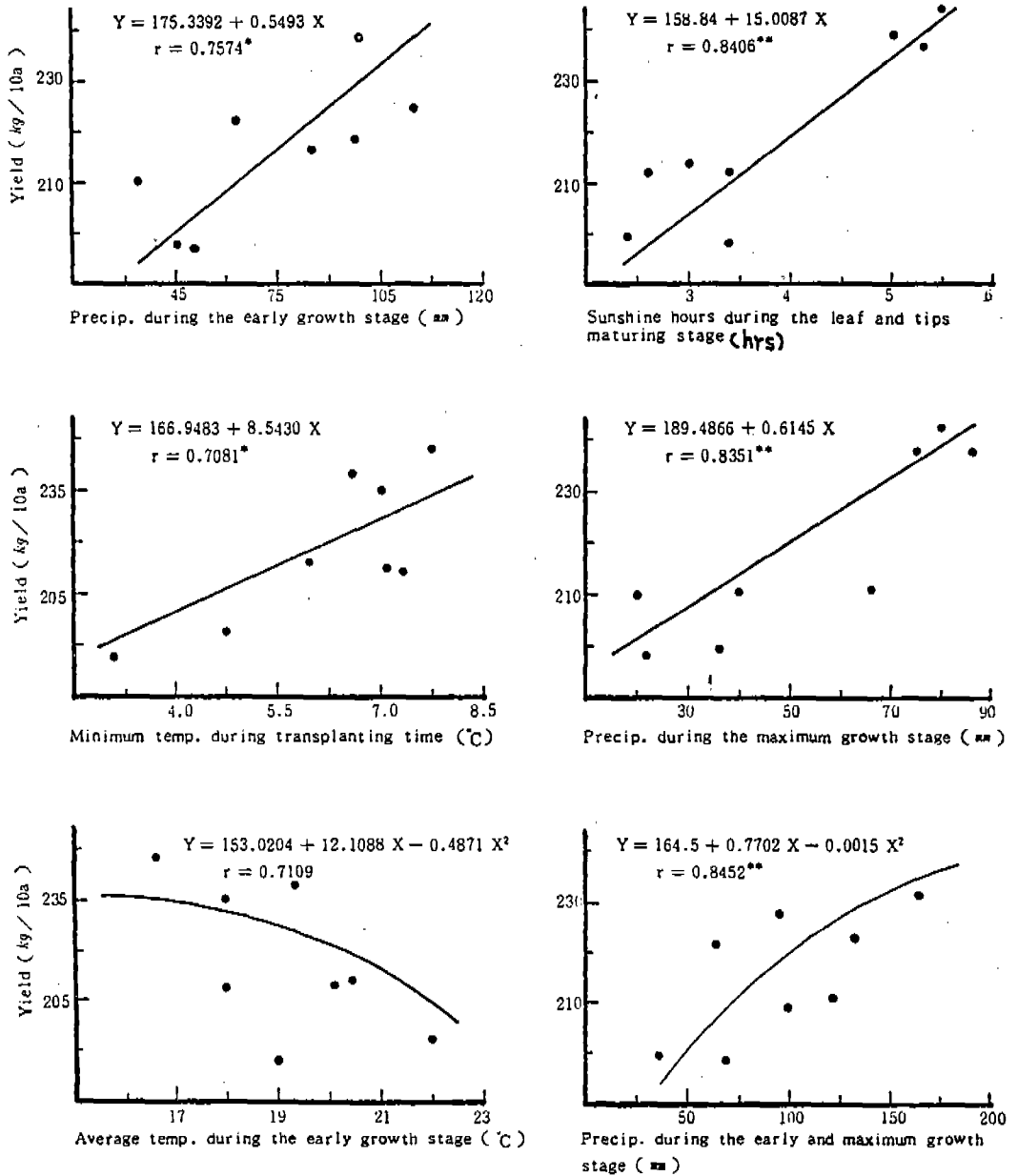


Fig.3. Relationships between yield of flue-cured tobacco and climatic factors at different growth stage.

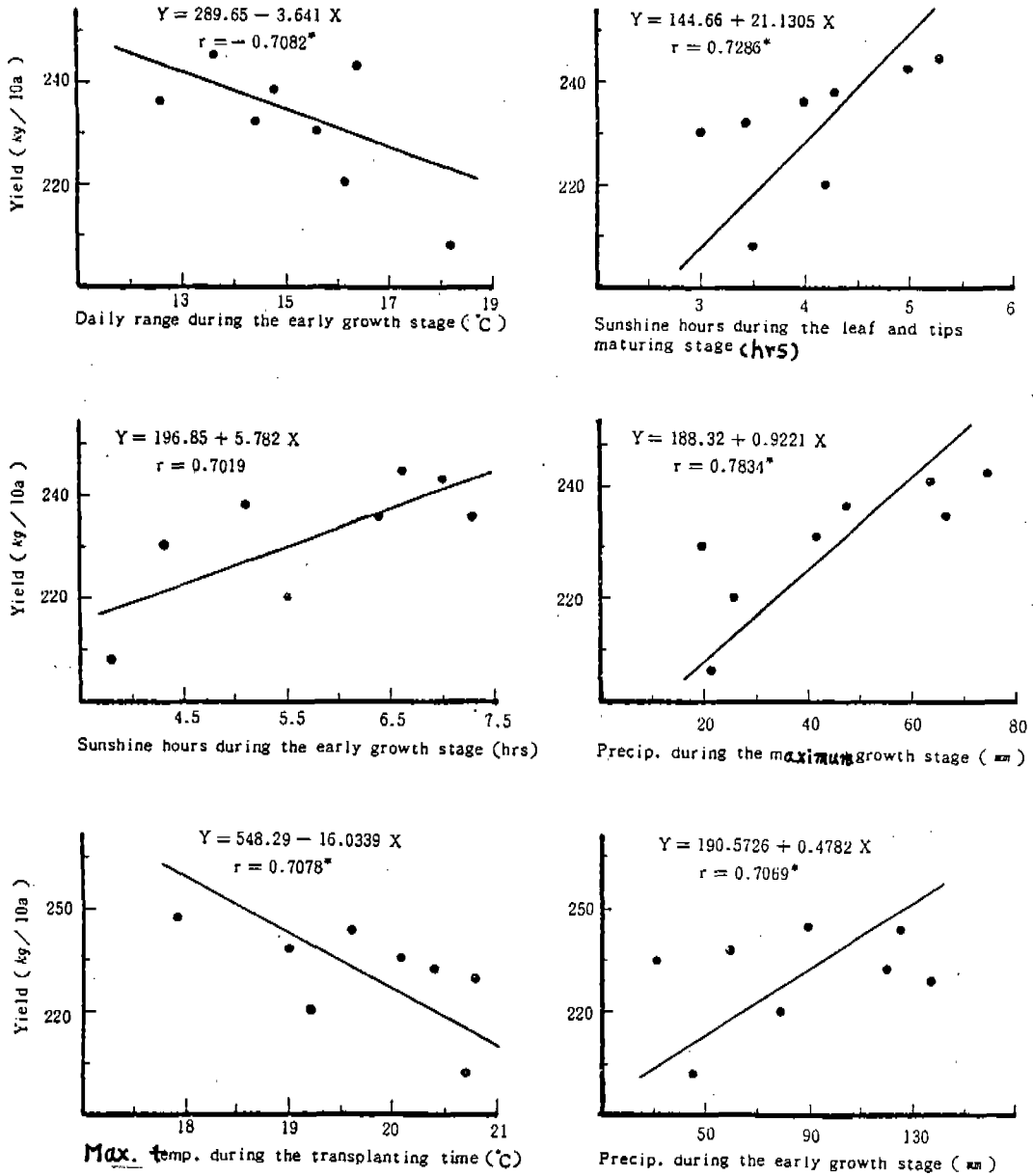


Fig.4. Relationships between yield of air-cured tobacco and climatic factors at different growth stage.

보였는데 수량과 상관에 있는 요인으로는 이식기의 최고기온, 초기생장기의 기온교차와는 부의 상관, 초기생장기의 일조시간, 초기, 최대생장기의 강수량, 본상엽 성숙기의 일조시간과는 각각 정의 상관을 나타내었다.

일반적으로 이식기에 평균기온이 높고 과우조건이면 생장에 유리하다는 보고^{12,13)}도 있으나 초기 피복재배의 경우 4월 상순경에 이식하여 20여일간의 피복기간에 고온, 다조, 과우상태가 되면 잎의 황화현상이 심하고 활착이 불량하여 개체간 균일도가 황색종에 비해 현저히 낮아 포지전체 수량에 영향을 미치는 것으로 생각되며, 따라서 최고기온이 높다는 것은 고온, 다조, 과우상태를 수반하는 것이므로 부의 상관에 있는 것으로 보인다. 초기생장기의 일조시간이 수량과 정의 상관을 나타낸데 대하여는 허등¹¹⁾이 엽수증가에는 5월의 일조가 크게 작용한다는 보고와 일치하였으며, 평균 일조시간이 1단위 증가하는데 따라 엽수는

0.4매 증가한다는 사실¹⁰⁾로 해석될 수 있을 것이다.

초기와 최대생장기의 강수량이 수량과 정상관을 나타낸데 대해서는 월별 기상요인과 수량과의 관계에서 고찰한 바와 같았다. 본상엽 성숙기의 일조시간과 수량과도 정상관을 보였는데 대체로 성숙기는 고온, 다조한 환경의 지속이 수량과 품질에 유리하였다는 보고^{8,16,33,46)}와 일치되며, 하중엽과 본상엽의 엽중비가 약 4:6으로 나타나는 경우가 증수되는 경향이었던다는 이등²⁷⁾의 보고에서와 같이 본상엽 성숙기의 고온, 다조에 의한 일무게의 증가는 수량에 직결되는 것으로 고찰된다.

종류별로 수량과 상관에 있는 기상요인(그림 1, 2 및 3,4)과 수량과의 중회귀식을 산출한 결과는 표3,4 및 5,6과 같다. 월별 기상요인과 수량과의 관계에서 황색종은 기상 3요인과 유의한 상관이 있었으며 3개의 기상요인(4월의 최저기온 : X_1 , 5월의 강수량 : X_2 , 7월의 일조시간 :

Table 3. Multiple regression equations relating flue-cured tobacco yields with minimum temperature, precipitation and sunshine hours during tobacco season, and standard partial regression coefficients of those equations.

Multiple regression equation	Correlation coefficient (R)
$Y = 210.5 - 7.015X_1 + 0.567X_2$ 1)	0.7091*
$Y = 198.2 - 5.849X_1 + 0.390X_3$ 2)	0.6735
$Y = 188.0 + 0.083X_2 + 0.176X_3$ 3)	0.7794*
$Y = 190.6 - 5.230X_1 + 0.474X_2 + 0.142X_3$ 4)	0.8386**

Standard partial regression coefficients			
Regression sq./Factor	X_1	X_2	X_3
1)	-0.3652	0.5872	-
2)	-0.3143	-	0.6422
3)	-	0.2949	0.5709
4)	-0.3084	0.5426	0.5224

Note X_1 : Minimum temperature during April.

X_2 : Precipitation during May.

X_3 : Sunshine hours during July.

*, **: Significant at the 5% and 1% levels, respectively.

Table 4. Multiple regression equations relating air-cured tobacco yield with maximum temperature, precipitation and sunshine hours during tobacco season, and standard partial regression coefficients of those equations.

Multiple regression equation	Correlation coefficient (R)		
$Y = 193.9 - 0.188X_1 + 0.483X_2$ 5)	0.7083*		
$Y = 211.1 - 0.232X_1 + 0.172X_3$ 6)	0.6447		
$Y = 188.5 + 0.341X_2 + 0.109X_3$ 7)	0.7356*		
$Y = 195.3 - 0.447X_1 + 0.363X_2 + 0.112X_3$ 8)	0.7995*		

Standard partial regression coefficients			
Regression eq./Factor	X_1	X_2	X_3
5)	-0.3494	0.5147	—
6)	-0.3605	—	0.5578
7)	—	0.4674	0.4889
8)	-0.4159	0.4967	0.5032

Note X_1 : Maximum temperature during May.

X_2 : Precipitation during May.

X_3 : Sunshine hours during July.

* : Significant at the 5% levels.

Table 5. Multiple regression equations relating flue-cured tobacco yields with average temperature, precipitation and sunshine hours during different growth stages, and standard partial regression coefficients of those equations.

Multiple regression equation	Correlation coefficient (R)		
$Y = 176.1 + 0.757X_1 + 0.212X_2$ 9)	0.7216*		
$Y = 181.6 + 0.608X_1 + 0.194X_3$ 10)	0.6897		
$Y = 171.8 + 0.155X_2 + 0.204X_3$ 11)	0.8021*		
$Y = 205.8 + 0.510X_1 + 0.289X_2 + 0.305X_3$ 12)	0.8595**		

Standard partial regression coefficients			
Regression sq./Factor	X_1	X_2	X_3
9)	0.3859	0.5692	—
10)	0.3412	—	0.5973
11)	—	0.4724	0.6089
12)	0.3160	-0.5906	0.6730

Note X_1 : Average temperature during the early growth stage.

X_2 : Precipitation during the early and maximum growth stage.

X_3 : Sunshine hours during the leaf and tips maturing stage.

*, **: Significant at the 5% and 1% levels, respectively.

Table 6. Multiple regression equations relating air-cured tobacco yield with maximum temperature, precipitation and sunshine hours during different growth stages, and standard partial regression coefficients of those equations.

Multiple regression equation	Correlation coefficient (R)
$Y = 196.3 - 0.153X_1 + 0.756X_2$ 13)	0.7114
$Y = 207.7 - 0.193X_1 + 0.181X_3$ 14)	0.6590
$Y = 186.4 + 0.603X_2 + 0.111X_3$ 15)	0.7983*
$Y = 194.7 - 0.498X_1 + 0.615X_2 + 0.121X_3$ 16)	0.8367**

Standard partial regression coefficients			
Regression sq./Factor	X ₁	X ₂	X ₃
13)	-0.3192	0.6061	-
14)	-0.3411	-	0.5704
15)	-	0.5279	0.4930
16)	-0.4327	0.5430	0.5306

Note X₁: Maximum temperature during transplanting time.
 X₂: Precipitation during the maximum growth stage.
 X₃: Sunshine hours during the leaf and tips maturing stage.
 *, **: Significant at the 5% and 1% levels, respectively.

X₃)을 조합한 수량 추정식은 $Y = 190.6 - 5.230X_1 + 0.474X_2 + 0.142X_3$ 이고, 결정계수 (R²)는 70.3%이며, 중상관계수 (R)는 0.8386으로 유의성이 인정되었고, Burley 21에서도 3개의 기상요인 (5월의 최고기온: X₁, 5월의 강수량: X₂, 7월의 일조시간: X₃)과 수량간에는 $Y = 195.3 - 0.447X_1 + 0.363X_2 + 0.112X_3$ 의 추정식이 성립되었으며 결정계수 (R²)는 63.9%, 중상관계수 (R)는 0.7995로 역시 유의성이 인정되었다.

생육시기별 기상요인과 수량간에도 황색종에서 $Y = 205.8 + 0.510X_1 + 0.289X_2 + 0.305X_3$ (X₁: 초기생장기 평균기온, X₂: 초기와 최대생장기 강수량의 합, X₃: 본상엽 성숙기 일조시간)의 수량 추정식이 성립되었으며, 결정계수는 73.9% 이었고, 중상관계수는 0.8595로 고도의 유의성이 인정되었다.

Burley 21에서도 3개의 기상요인 (이식기 최고기온: X₁, 최대생장기 강수량: X₂, 본상엽 성

숙기 일조시간: X₃)과 수량간에 $Y = 194.7 - 0.498X_1 + 0.615X_2 + 0.121X_3$ 의 추정식이 성립되었고, 결정계수는 70.0%, 중상관계수는 0.8367으로 황색종과 같이 유의성이 있었다. 방법상 다소의 차이는 있으나 기상 3요인을 기초로 한 수량추정에 대해서는 허¹⁰⁾, 川上^{21,22)}, 木村^{24,25)} 등이 기상조건만을 고려하면, 이론치와 실수량과의 관계는 밀접하여 정도높은 추정식을 산출할 수 있었다고 하였다.

결 론

기상요인과 수량과의 관계를 해석코자 월별 및 생육시기별 기상요인으로 수량추정식을 유도한 결과는 다음과 같다.

1. 수량과 상관이 있는 기상요인은 품종간에 차가 있었으며, 5월의 강수량 및 7월의 일조시간이 수량에 영향이 컸고, 생육시기별로는 최대생

장기의 강수량과 본상엽 성숙기의 일조시간이 영향을 컸다.

2. 기상요인과 수량간에 황색종은 $Y = 190.6 - 5.230X_1 + 0.474X_2 + 0.142X_3$ (X_1 : 4월의 최저기온, X_2 : 5월 강수량, X_3 : 7월의 일조시간), 버어리종은 $Y = 195.3 - 0.447X_1 + 0.363X_2 + 0.112X_3$ (X_1 : 5월 최고기온, X_2 : 5월 강수량, X_3 : 7월의 일조시간), 생육시기별로는 황색종이 $Y = 205.8 + 0.510X_1 + 0.289X_2 + 0.305X_3$ (X_1 : 초기생장기 평균기온, X_2 : 초기 및 최대생장기 강수량의 합, X_3 : 본상엽 성숙기 일조시간), 버어리종은 $Y = 194.7 - 0.498X_1 + 0.615X_2 + 0.121X_3$ (X_1 : 이시기 최고기온, X_2 : 최대생장기 강수량, X_3 : 본상엽 성숙기 일조시간)의 수량추정식이 각각 성립되었다.

참 고 문 헌

1. 秋本嘉彦, 柚木慶子, 岡山たばこ試報. 30:1-10 (1971).
2. Angus, J.F., and H.G. Zandstra. Agrometeorology of the Rice Crop: 189-200 (1980).
3. Chen, L.H., B.K. Huang, and W.E. Splinter. Tob. Sci., 12:222-225 (1968).
4. 전매청. 1979년도 잎담배 생산업무분석평가 p. 2-5 (1979).
5. _____. 1984년도 잎담배 생산업무분석평가 p. 7-16 (1984).
6. Garner, W.W., Climate and tobacco. U.S. Dept. Year-book: 363-372 (1941).
7. 後藤富士雄. 葉たばこ研究. 107:239-241 (1965).
8. 後藤 亨, 今村博美, 中村宣周. 葉たばこ研究. 27:73-76 (1961).
9. Haroon, M.R., C. Long and J.A. Weybrew. Agr. J., 64:509-515 (1972).
10. 허 일. 한국작물학회지 4:97-102 (1968).
11. _____. 한국작물학회지 11:11-44 (1972).
12. 堀田耕太. 水戸たばこ試報. 1:1-20 (1933).
13. _____. 水戸たばこ試報. 1:21-28 (1933).
14. 星野和生. 野菜試験場報告: 1-17 (1983).
15. 和泉壽, 佐佐木幹天. 宇都宮たばこ試報. 6:35-44 (1968).
16. 정원채, 정태일, 신주식. 충북대 연초연구. 7:53-62 (1980).
17. _____, 노재영, 안장현, 변주섭. 충북대 연초연구. 2:31-46 (1974).
18. 金森均, 佐藤知義, 吉峯覺. 葉たばこ研究. 5:44-46 (1955).
19. 香田三殿, 森山寛, 村山任功, 小杉後秋. 日本作物學會 東北支部會報. 15:87-90 (1973).
20. 川上嘉通, 内村新吉. 鹿兒島たばこ試報. 14:87-107 (1967).
21. 川上邦夫. 日本作物學會 東北支部會報. 16:37-38 (1973).
22. _____, 中釜 繁. 日本作物學會 九州支部會報. 35:40-41 (1971).
23. 김광식. 농업기상학, 향문사. p. 29-34 (1984).
24. 木村 亨, 中島樹人. 盛岡たばこ試報. 17:3-14 (1983).
25. _____, _____. 喜田村俊明. 盛岡たばこ試報. 17:15-36 (1980).
26. 木村吉郎. 農業氣象. 7(1): 36-38 (1962).
27. 이용득, 김정환, 권구홍, 이철환, 임해건. 한국인삼연초연구소 연구보고서 (경작분야) 1-144 (1984).
28. _____, _____, _____, _____. 한국인삼연초연구소 담배 연구보고서 (경작분야 재배편): 365-580 (1985).
29. _____, _____, _____, _____. 한국인삼연초연구소 담배 연구보고서 (경작분야 재배편): 395-482 (1986).
30. 増田穎二. 葉たばこ研究. 6:76-78, 7:73-76

- (1955).
31. 松山晋, 西中良照, 牧野田睦, 小宮英子. 奏野たばこ試報. 71:71-91 (1972).
 32. _____, _____, _____, _____. 奏野たばこ試報. 71:93-110 (1972).
 33. 中村宜周. 鹿兒島たばこ試報. 14:1-14, 14:15-24 (1967).
 34. 新倉政吉, 神保貞子. 奏野たばこ試報. 71:1-47 (1972).
 35. 小倉祐辛. 葉たばこ研究. 51:75-80, 52:62-71 (1969).
 36. 生沼忠夫. 盛岡たばこ試報. 5:1-6 (1970).
 37. 大態規矩男. 葉たばこ研究. 13:71-74 (1957).
 38. _____. 葉たばこ研究. 14:80-82 (1958).
 39. 박석홍, 함영수, 한원식. 농시연보 (작물편). 18:121-125 (1976).
 40. Pearce, H.L., Sth. Afr. J. Agric. Sci., 4:341-356 (1961).
 41. 신주식. 충북대 연초연구. 12:77-92 (1986).
 42. 瀬尾尚雄. 奏野たばこ試報. 39:23-37 (1956).
 43. 田中正雄. 葉たばこ研究. 8:24-25 (1956).
 44. 谷信輝. 農村統計協會 p.32-73 (1983).
 45. 富田國光. 農業技術. 20:310-314 (1965).
 46. 辻崎保行, 飯塚良樹. 盛岡たばこ試報. 10:91-114 (1974).
 47. 山下貴. 葉たばこ研究. 48:16-26 (1968).