

# 담배의 生長反應에 관한 數理解析의 研究

## 第 2 報 담배生長曲線의 新模型에 관하여

金 容 岩 · 潘 裕 宣\*

### Mathematical Analysis of Growth of Tobacco

(*Nicotiana tabaccum* L.)

#### II. A New Model for Growth Curve

Kim, Y. A. and Y. S. Ban\*

#### ABSTRACT

The experiment was conducted with three varieties (Hicks, Burley 21, and Sohyang) and cultivation type (Improved mulching, general mulching, and non mulching) of NC 2326 to model to curve of tobacco growth against time. The basic growth data were obtained by harvest method at intervals of ten days from transplanting at 7-8 times and analyzed by polynomial regression, orthogonal polynomial, and logarithmic transformation.

It is shown that the C model of growth curve :  $Y = A + \sqrt{(1 - 4AK + 1)}/2K$ , provides an excellent fit.

#### 緒 言

담배의 生長을 數理的으로 解析하기 위하여는 正確한 生長曲線의 數式化가 必要하다. 生物의 種類와 葉, 莖, 根 등의 器官에 따라 生長形態가 다르며 따라서 그들에 맞는 特有的의 生長曲線이 研究되어 있다<sup>1, 6, 7)</sup>. 담배는 收葉作物로서 生長量이 크고 急速한 生長을 하는 特性이 있으므로 이에 適切한 生長曲線을 만들어서 生長速度와 生長加速度, 最適 LAI, 純同化率, 相對生長率 등 物質生成의 經時的 變化를 數理的으로 定量하고 解析함으로써 作物增産의 基礎資料를 얻을 수 있을 것으로 期待된다.

生長曲線의 數式化는 模型에 의하여 複利法<sup>2)</sup>, 化學反應速度<sup>3)</sup>, 人間의 生命率<sup>4)</sup>, 生物의 生長率<sup>5)</sup> 등 他分野의 數式을 微分과 積分으로 誘導하여 왔다. 지금까지 담배에 대한 새로운 生長曲線의 數理的 表現

에 관한 研究는 거의 없는 實情이며 著者<sup>5)</sup>는 前報에서 既存生長曲線을 檢討하여 Logistic curve가 가장 잘맞는 曲線으로 選定한 바 있으며 이 曲線에 의해 生長速度를 解析하였다. 그러나 Logistic curve는 本圖移植後 35~55日 사이에 偏差가 多小 나타나는 缺點이 있었다. 이 時期는 生長段階로 볼 때 直線段階로서 담배의 最大生長期의 概念設定에 重要하며 이를 補正할 수 있는 보다 더 精密한 生長曲線의 必要性을 느꼈다.

이에 몇가지 生長曲線의 模型을 만들어서 그 妥當性을 檢討한 바 正密한 生長曲線이 있기에 報告하는 바이다.

#### 材料 및 方法

生試品種은 一般말칭으로 栽培한 Hicks, Burley 21, 素齋의 3品種과 NC 2326의 改良말칭(I. M.),

\* 韓國人蔘煙草研究所 음성試驗場

\* Korea Ginseng and Tobacco Research Institute, Eum-ung, Choongbuk 320, Korea

一般말칭(G. M.), 裸地作(N. M.)으로 標準栽培 하였다. 株當乾物重은 移植後 10日 間隔으로 葉, 莖, 根을 採取하여 乾燥器에서 80℃로 急乾시켰으며 10株 3反復으로 調査하였다.

生長模型은 前報<sup>5)</sup>에서 妥當性이 認定된 Logistic curve을 基準으로 하여 假定된 3가지의 模型을 設定하여 標準曲線과 比較檢討 하였다. 各各의 生長曲線模型은 다음과 같이 曲線化方程式으로 對數變形시켜서 二次回歸式으로 活用하였다.

A型:  $\ln Y / (A - Y) = ax + b$

B型:  $\ln Y / (A - Y) = ax^2 + bx + c$

C型:  $\ln Y / (A - Y)^2 = ax^2 + bx + c$

D型:  $\ln(-\ln Y / A) = ax^2 + bx + c$

$\ln$ 는 自然對數, A는 乾物重의 最大推定值, a와 b는 回歸係數, c는 常數로 切片이다. A는 前報<sup>5)</sup>의 方法으로 求하였으며 各係數와 常數는 直交多項式에 의하여 二次回歸式으로 計算하여 얻었다.

結果 및 考察

3가지의 生長模型에 品種과 栽培型別로 栽培하여 얻은 담배의 株當 全乾物重에 대한 生長模型을 Chi-自乘檢定한 結果는 表 1과 같다. A型은 Logistic curve로서 標準曲線으로 볼 때 A型과 D模型은 거의 비슷한 傾向이며 B模型보다는 C模型이 가장 正密한 曲線으로 보인다.

Hicks에 있어서 觀測值와 各模型의 推定曲線이 그림 1이며 點線으로 連結된 曲線이 C模型이다. Logistic curve의 短點이 移植後 35~55日間の 上向偏差인데 C模型은 이期間에서의 偏差를 상당히 縮小調整하는 曲線이며 담배의 生長解析에 適當한 새로운

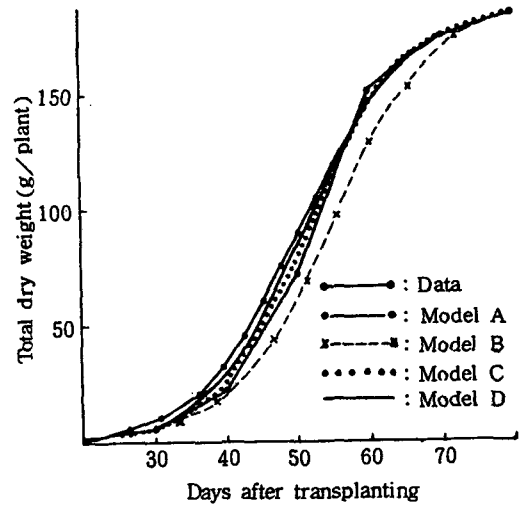


Fig. 1. Growth curve for four models in cv. Hicks.

生長曲線으로 推察된다.

이 生長曲線은 담배의 推定最大生長值(A)에 接近하는 S字型의 漸近線 曲線이며 이는 最大生長值와 移植後 一定 期의 生長值(Y)의 關係를  $(A - Y)^2$ 에 대한 Y의 分率의 對數值가 二次函數라는 假定하에서 誘導한 것이다. 이를 數式으로 보면

$$\ln Y / (A - Y)^2 = ax^2 + bx + c$$

$$Y / (A - Y)^2 = e^{ax^2 + bx + c}$$

$$e^{ax^2 + bx + c} = K$$

$KY^2 - 2(2AK + 1)Y + A^2K$ 로 Y의 二次方程式이 된다. 二次根의 公式에 의해 Y를 求하면

$$Y = (2AK + 1 - \sqrt{4AK + 1}) / 2K$$

$$= A + (1 - \sqrt{4AK + 1}) / 2K$$

새로운 이 生長曲線은 담배의 乾物重은 물론 이와 類似한 生長을 하는 作物의 生長曲線方程式으로 活用할 수 있을 것으로 생각된다.

摘 要

담배의 品種과 栽培型別 株當 乾物重의 經時的 變化를 보다 더 正密하게 表現할 수 있는 生長曲線方程式을 數式化하기 위하여 3가지의 生長模型을 만들어서 그 妥當性을 分析한 結果는 다음과 같다.

1. 담배의 乾物重에 가장 適合한 生長曲線은 C型이며 이 生長曲線은

$$Y = A + (1 - \sqrt{4AK + 1}) / 2K$$

2. 이 曲線은 移植後 35~55日의 偏差가 Logistic curve 보다 더 작으며 精密하다.

Table 1. Chi-square test value between every model and four varieties.

Variety	Model				
	A	B	C	D	
Hicks	10.25	8.83	2.57	6.17	
Burley 21	26.70	8.85	6.20	7.70	
Sohyang	0.04	0.04	0.02	0.06	
NC 2326	I. M.	36.20	18.80	13.30	38.60
	G. M.	11.50	2.02	0.71	49.80
	N. M.	16.30	25.70	5.00	2.60
Mean	16.83	10.70	4.63	17.49	

I. M.: Improved mulching.  
G. M.: General mulching.  
N. M.: Non mulching.

## 引用文献

1. Amer, F. A. and W. T. Williams(1957) Leaf - area growth in *Pelargonium zonale*. *Ann. Botany* 31(83):339-342.
2. Blackman, V. H.(1919) The compound interest law and plant growth. *Ann. Botany* 33(131): 353-360.
3. Copman, P. R. (1928) Autocatalysis and growth. *Ann. Appl. Biol.* 15: 613-622.
4. Erickson, R. O. (1976) Modeling of plant growth. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 27: 407-434.
5. 金容岩·卞珠燮(1981) 담배의 生長特性과 生長速度에 관한 數理解析의 研究. *煙草研究(忠北大)* 8: 67-79.
6. Nagashima, I., M. Yamamoto, and T. Sweda(1980) A theoretical stem taper curve. *J. For. Soc. Japan* 62(6): 217-226.
7. Nelder, J. A. (1961) The fitting of a generalization of the logistic curve. *Biometrics* 17: 89-110.
8. Winsor, C. P. (1932) The gompertz curve as a growth curve. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 18(1): 1-8.