

制御環境下に寿けるキュウリの生育反応II : 連続人工照明条件下におけるキュウリ幼苗の相対生長

福島, 栄二
九州大学農学部園芸学教室

松尾, 英輔
九州大学農学部園芸学教室

上本, 俊平
九州大学農学部園芸学教室

<https://doi.org/10.15017/23017>

出版情報 : 九州大学農学部学藝雑誌. 23 (4), pp.191-196, 1968-09. 九州大学農学部
バージョン :
権利関係 :

制御環境下におけるキュウリの生育反応 II

連続人工照明条件下におけるキュウリ幼苗の相対生長^{*,†}

福島 栄二・松尾 英輔・上本 俊平

Studies on the growth behaviour of cucumber in controlled environment II

Relative growth of cucumbr seedlings grown in continuous artificial illumination

Eiji Fukushima, Eisuke Matsuo and Shumpei Uemoto

生物の体には多くの部分・器官が認められるが、それらはそれぞれ孤立したのではなく、全体的な調和のなかの部分・器官として相互に関連しあっている。^{1,4,6,7)}ところで、従来の研究においては、作物の部分あるいは全体の生長、ことに栄養生長におよぼす環境要因の影響を論じるにあたって、その生長差が要因そのものの直接的影響によるものか、あるいは要因の違いによる生育速度の差異に基づく間接的影響によるものかが不明確である。

本実験はキュウリの生長解析を行なうにあたり、これらの不明確さを除くに必要な基礎資料を得るため、九州大学生物環境調節研究センターの人工照明室^{1,10)}において連続照明下でキュウリを育成し、乾物量の増加を指標として生育状態を調べたものである。

材料および方法

圃試・久留米支場産キュウリ「久留米落合2号」を砂箱に播種し、30°C温室で発芽させた。発芽後ただちに砂をつめたポリ鉢(直径22cm、深さ23cm)に3本あて移植して人工照明室に搬入し、30°C恒温、照度6000 luxの連続照明条件下で育苗した。1~2日毎にハイポネックス1000倍液で灌水と同時に施肥を行ない、実験計画(Table 1)にしたがって移植6日

目以後4日目毎に抜取り調査を行なった。抜取りにあたっては鉢毎に水に浸し、ていねいに砂を洗い流した。調査個体数は1回あたり12個体(4鉢)とし、80°Cにて24時間乾燥したのち、地上部と地下部の乾物重を測定した。ただし、0日目のデータは12個体の一括平均、26日目以後は個体別に測定できなかったのので1鉢3個体をまとめて測定し、4鉢12個体の乾物重より1個体あたりの平均乾物重を求めた。

実験結果および考察

人工照明下における植物の育成についてはその光源によつてえられる光量、光質などになお多くの問題点が残されている。たとえば光質に対する作物の反応が異なり、^{5,9)}同一人工照明下においてもキュウリは生育するが、ハツカダイコンは本葉がクロロシスを起すことを観察している(未発表)。日長もまた大きな役割をもち、Kettelapper³⁾は連続照明下でトマトは生育障害を受けるが、ダイズの生育は阻害されないことを報告している。著者ら²⁾はすでに太陽光と補光による連続照明下および人工光のみによる連続照明下(未発表)においてキュウリはきわめてよく生育することを認めている。一般に暗期は同化物の転流に大きな役割を果していることが知られているが、本実験では暗

Table 1. Experimental design.

	Date of sowing	Transplanting	Sampling date (Days after transplanting)
Experiment I	Nov. 6,	Nov. 10, 1964	0 6 10 26 30 34
Experiment II	Nov. 22,	Nov. 26, 1964	10 14 18 22

* 本論文の要旨は昭和41年度園芸学会秋季大会で発表。

† 九州大学農学部園芸学教室業績。

期を与えず、その結果、時間を乾物生産の線型要因として把握できるものと考えて解析をすすめた。

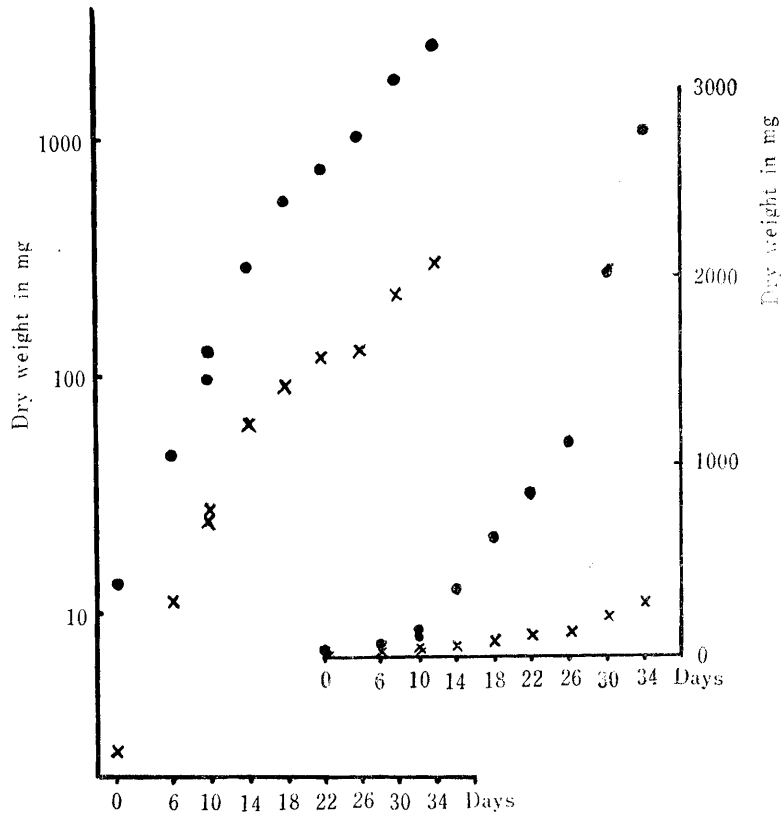


Fig. 1. Increasing of dry matter production in cucumber seedlings, *Cucumis sativus* L. var. "Kurume-ochiai No. 2," grown in continuous artificial illumination.

●: Top weight, ×: Root weight.

地上部および地下部における乾物量の変化を Fig. 1 に示した。ここで相対生長すなわち植物体を構成する部分の生長と全体の生長、あるいは部分の生長と部分の生長との関係を調べてみると、Figs. 2, 3 および 6 にみられるように、全体と部分、あるいは部分と部分は linear な関係をもつことが明らかである。この実験における全体の生長と部分（地上部および地下部）の生長との関係は対数日盛表示 (Fig. 2) によるまでもなく、Fig. 3 においてきわめて高い相関々係 ($r_{\text{Top-total}} = 0.99967$, $r_{\text{Root-total}} = 0.97604$) を有する。

Fig. 3 において全乾物重 (個体) を X 、部分乾物重を Y とすれば、 Y は回帰直線によつて与えられることが予測される。すなわち、

$$Y_{\text{Top}} = a(X - \bar{X}) + \bar{Y}_{\text{Top}} \quad (1)$$

$$= aX + \bar{Y}_{\text{Top}} - a\bar{X} \quad (1')$$

$$Y_{\text{Root}} = c(X - \bar{X}) + \bar{Y}_{\text{Root}} \quad (2)$$

$$= cX + \bar{Y}_{\text{Root}} - c\bar{X} \quad (2')$$

a, c は回帰係数 (定数)

(1)' および (2)' において

$$\bar{Y}_{\text{Top}} = a\bar{X} + b \quad (3)$$

$$\bar{Y}_{\text{Root}} = c\bar{X} + d \quad (4)$$

とすれば、(1), (2) 式はそれぞれ

$$Y_{\text{Top}} = aX + b \quad (5)$$

$$Y_{\text{Root}} = cX + d \quad (6)$$

b, d は定数

ところで

$$Y_{\text{Top}} + Y_{\text{Root}} = X \quad (7)$$

であることから、(6)式は

$$Y_{\text{Root}} = (1-a)X - b \quad (8)$$

とも表現される。

本実験でえられた全資料を Computer ALGOL-II (九州大学計数センター) によつて計算し次の結果を得た (Tables 2, 3).

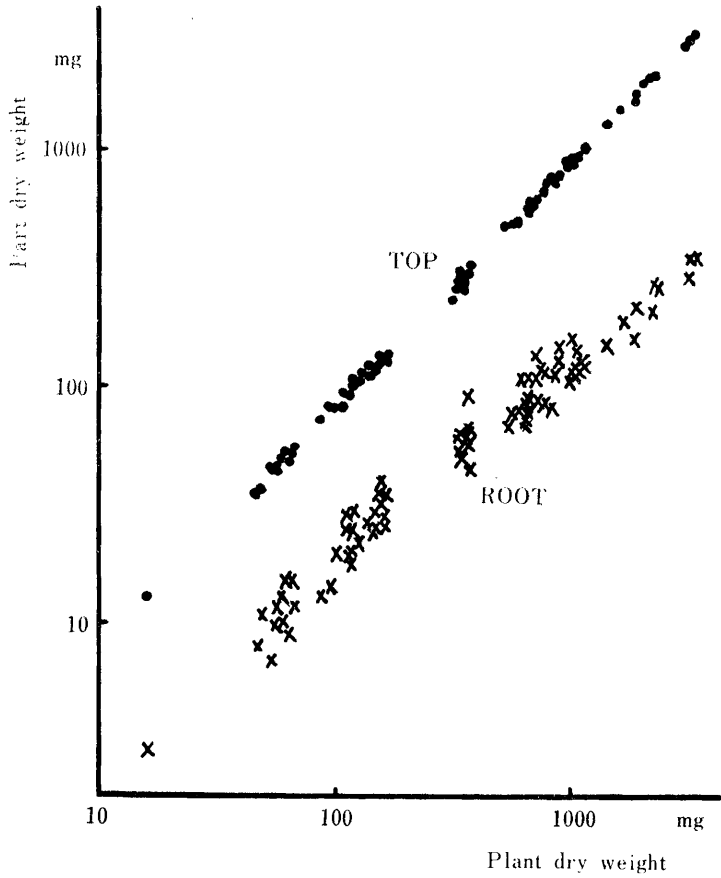


Fig. 2. Relationship between the whole plant weight and the partial weight in cucumber seedlings on logarithmic coordinates.

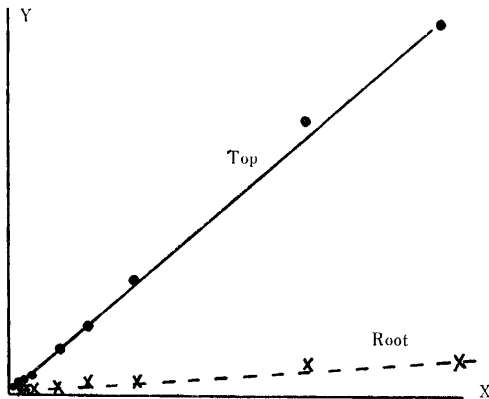


Fig. 3. Linear relations between the plant dry weight (X) and the part dry weight (Y) in cucumber seedlings, *Cucumis sativus* L. var. "Kurume-ochiai No. 2," grown in continuous illumination.

Table 2. Analysis of variance of $Y_{TOP}-X$.

Source of variation	D. F	Sum of squares	Mean square
Regression	1	19347000	19347000
Deviation from regression	83	2344300	28243

Table 3. Informations on the regression.⁸⁾ They were calculated by ALGOL-H in Kyushu University.

	\bar{X}	\bar{Y}	$S_{y \cdot x}$	$\frac{\sum xy}{\sum x^2}$	$\frac{y \cdot x}{S \sqrt{\sum x^2}}$
Top-total	590.0	513.0	18.2	0.897	0.0262
Root-total	590.0	77.0	153.0	0.104	0.220

上の結果から、(5)、(6)、(8)式はそれぞれ

$$Y_{TOP} = 0.897 X - 16.2 \quad (9)$$

$$Y_{ROOT} = 0.104 X + 15.7 \quad (10)$$

$$Y_{ROOT} = 0.103 X + 16.2 \quad (11)$$

となる。Table 3 の情報から根と全体の生長関係を

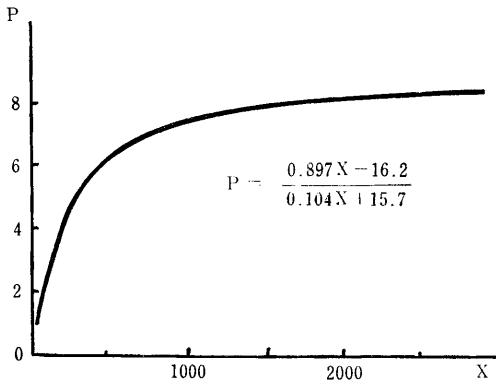


Fig. 4. Experimental equation and its curvature of the relationship between T-R ratio (P) and plant dry weight (X) in cucumber seedlings.

示す関係式としては (10) 式より (11) 式が適当と考えられる。

したがって、生長に伴つて変動する T/R 比^(4,6) について調べてみると実験式 (9), (11) より、

$$T/R \text{ 比 } (P) = \frac{0.897 X - 16.2}{0.103 X + 16.2} \quad (12)$$

すなわち、 $P (T/R)$ は全乾物重 X の関数であることを意味し、生物体の地下部と地上部の均勢が乾物重の増加によつてあらわされる生長について変化することを示す (Fig. 4)。なお、

$$\lim_{X \rightarrow \infty} P = 8.71$$

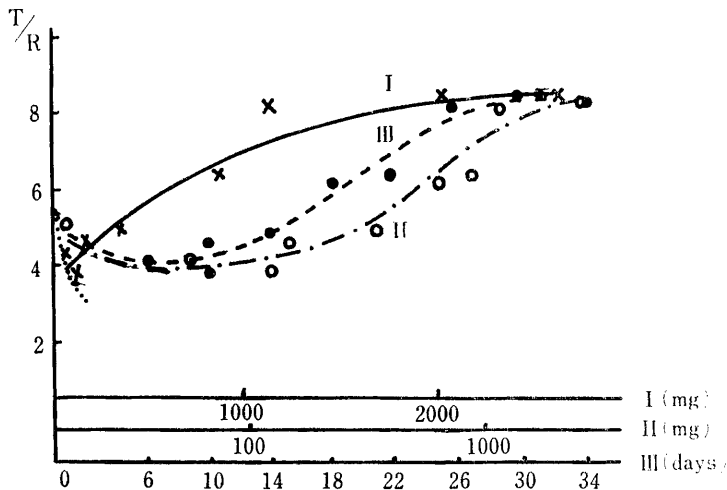


Fig. 5. The changing of T-R ratio with ages, expressed with plant dry weight (mg) (I) on arithmetic scale and (II) on logarithmic scale and with days after transplanting (III) in cucumber seedlings grown in continuous illumination.

は X を無限に大きくしたとき、 T/R が一定の値 8.71 に近づくことを意味するが、本実験の範囲を越えて上式が適用できるか否かは明らかでない。

T/R の変動を移植後の日数 (Fig. 5-III) および対数日盛表示による乾物重 (Fig. 5-II) との関係でみると、(12)式は適合しない。これは実験データから求められた Fig. 5-I のごく初期に点線で示された曲線として認められた部分が表示法の差異により強調されたものであるが、これは生長のごく初期は (12) 式の適用範囲外であること、植物自体の相対生育の面からいえば、この時期には地上部に対して地下部の发育がきわめて良好であることを示している。これは Fig. 6 においてもうかがえる。一般に種子植物が発芽時から同化作用により物質生産をはじめである時期まで支持体としての、また、養分吸収のための根の旺盛な発達により T/R 比を急速に減じることは明らかであり、本実験においても T/R 比におよぼす移植の影響は考えられなかった。

かように、キュウリの均勢は乾物重によつてあらわされる生長と共に変化する。したがって種々の環境要因下における生長の解析にあたっては生育速度の遅速によつて生じる植物の age による差異と、諸要因が直接に形態に影響を及ぼした結果生じた差異とは明確に区別することが必要である。生育初期における T/R 比の推移の解析においては発根から十分な同化能力を獲得する時期までと、それ以後の二つに分けて行なえば簡便に解析しうるものと考えられる。

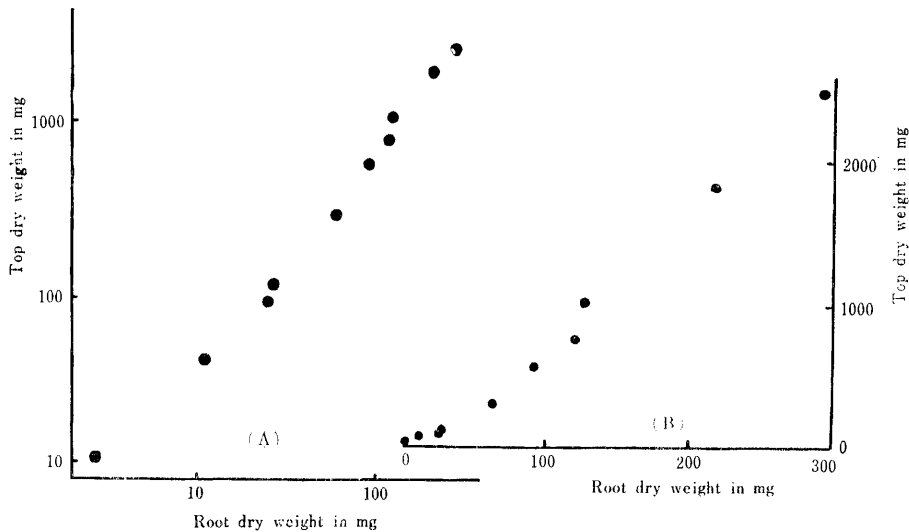


Fig. 6. Relationship between the root dry weight and the top dry weight in cucumber seedlings grown in continuous illumination. (A) plotted on the logarithmic scale and (B) on the normal scale.

摘 要

1. 九州大学生物環境調節研究センターの人工照明室においてキュウリ (*Cucumis sativus* L. var. "Kurume-ochiai No. 2") を 6000 lux 連続照明下で育苗し、地上部および地下部における乾物重の増加を調べ、幼苗の相対生長について検討した。

2. 乾物重によってあらわされた個体の生長 (X) と地上部の生長 (Y_{Top}) との関係および地下部の生長 (Y_{Root}) との関係は、次の回帰直線によって与えられた。

$$Y_{Top} = 0.897 X - 16.2$$

$$Y_{Root} = 0.103 X + 16.2$$

3. したがって、 T/R 比 (P) は

$$P = \frac{0.897 X - 16.2}{0.103 X + 16.2}$$

となる。ただし、この実験式は生育のごく初期には適用されない。

文 献

1) 林直二郎・松井健・寺島貞二郎 (1963): 九州大学農学部環境制御実験室(フェイトロン). 生物環境調節 1: 15-24.

2) 福島栄二・松尾英輔 (1965): 制御環境下におけるキュウリの生育反応について一日長条件とキュウリの栄養生長. 昭和40年度園芸学会春季大会発表要旨: 28.

3) Kettellapper, H. J., (1965): Interaction of photoperiod and cycle length in plant growth. *Physiol. Plant.* 18: 337-345.

4) 近藤頼巳・松尾孝嶺・江口庸雄 (編) (1958): 最新作物栽培事典: 48.

5) Minohara, Y., Takanashi, S. and Matsuo, E., (1967): Growth and development of horticultural plants in artificial lights. I. Cucumber seedlings in the light of different kind of spectral band. *Jour. Agr. Lab.* 8: 89-102.

6) 清水三雄・米久保栄作 (1955): 2~3の十字科植物における相対生長. 信州大学教育学部研究論集5: 1-5.

7) 清水三雄 (1959): 相対生長. 協同医書.

8) スネデカー, 統計的方法. 畑村ら訳.

9) Stolwijk, J. A., (1954): Wave length dependence of photomorphogenesis in plants. *Med. von Landb. Hogeschool Wageningen* 54: 181-244.

10) 杉二郎・井上裕雄・田中純生・野口勝一・高倉直・小穴敬喜 (1963): 九州大学環境制御実験室における環境条件について (I). 生物環境調節 1: 25-32.

Summary

1. A study was performed on the relative growth of cucumber seedlings, *Cucumis sativus* L. var. "Kurume-ochiai No. 2," grown in continuous artificial illumination, ca 6000 lux at plant height

at 30°C throughout experiments, in the Phytotron, Kyushu University.

2. Seedlings grew up quite well and dry matter production on top and on root was measured.

3. Relationships between the growth of the whole plant (X) and that of the top (Yt) and of the root (Yr), respectively, were reproduced as the following linear regression equations excepting the very beginning of the seedling growth.

$$Yt = 0.897 X - 16.2$$

$$Yr = 0.103 X + 16.2$$

4. Therefore, the top-root ratio $P(X)$ could be expressed as follows:

$$P(X) = \frac{0.897 X - 16.2}{0.103 X + 16.2}$$

Horticultural Laboratory,
Faculty of Agriculture,
Kyushu University