

植物的 成長과 成長解析에 對한 Computer Program 開發에 關한 研究

— 種子의 무게, 資源이 植物의 成長에 미치는 影響 —

崔 賢 燮

慶熙大學校 文理科大學 生物學科

Development of Computer Program for the Growth Function in Plant Growth Analysis: Effect of Seed Weight and Resources on Growth of Wild Radish (*Raphanus raphanistrum*)

Choe, Hyun Sup

Dept. of Biology, College Liberal Arts and Sciences, Kyung Hee Univ.

ABSTRACT

We studied that seeds of wild radish with different size of weight can be obtained for the purpose of differentiation and growth of these seeds by total growth periods. This study is practised a view of plant eco-physiological side and dry-matter production.

Through whole growth periods, we know that seed weight of L plots was higher than that of M and S plots. In the 33th day after germination, growth values of L, M and S plots were 13.93, 7.77, and 4.61 g/plant, respectively. Growth of shoot (cotyledon and leaf) area and shoot weight were shown the similar trends with individual plant dry-matter weight. In the 33th day after germination, shoot area of L, M and S plots were 21.55, 11.81 and 8.75 cm²/plant and shoot dry weight of L, M and S plots were 10.83, 6.03, 3.50 g/plant, respectively.

In the early stage of growth (the 10-14th day after germination), the values of RGR of seed weight of L, M, S plots were 0.2887, 0.2807 and 0.2365 g/g/day, in the late stage of growth, those values of RGR of L, M, S plots were 0.2721, 0.1716, 0.1727 g/g/day, respectively.

In the early stage of growth (the 14th day after germination), the values of NAR of L, M and S plots were 0.1513, 0.1373 and 0.1094 g/cm²/day, respectively. It is thought that seed weights were influenced seriously effect in the early stage of growth. The NAR value, in the late stage of growth (the 28-33th day after germination), of L, M and S plots were not large different as 0.1086, 0.1097 and 0.112 g/cm²/day, respectively.

The LAR values of M and S (2.0396, 2.1520 m²/g) plots, in the early stage of growth, were higher than L (1.9037 m²/g) plots. In the late stage of growth, the value of LAR of L plots were nearly same

이 論文은 1988年度 慶熙大學校 學術研究助成費에 依해서 이루어진 것임.

as M plots, but the value of S plots were higher than that of L and M plots ($0.0458 \text{ m}^2/\text{g}$). And, in the early stage of growth, the values of SLA of L, M and S plots were 2.2123, 2.2107 and $2.8448 \text{ m}^2/\text{g}$, respectively.

We measured the photosynthetic rates and the respiratory rates as the physiological characteristics of wild radish. In the early stage of growth, the photosynthetic rates of L, M and S plots were 12.4, 14.4, $9.8 \mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{sec}$ and 9.4, 11.4, $9.8 \mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{sec}$ in the late stage of growth, respectively. In this result, it could be informed that photosynthetic rates in the late stage of growth were lower than the early stage. In the middle stage of growth, the respiratory rates were $0.793 \mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{min}$ in shoot, and $3.28 \mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{min}$ in root without relation to seed weight.

The growth analysis of plants was used by Hunt & Parson's computer program (1974, 1981) and its results used this program were good. Therefore, in this sense, it could be expected that the computer program used and developed largely in researches of plant growth.

緒 論

種자에 관한 研究는 農學에서 거의 한 世紀동안 種자의 크기와 植物體의 成長 사이에 相互關係에 대하여 調査研究가 되어 왔지만, 하나의 一括性있는 研究傾向은 찾아 볼 수가 없었다. 近間에 와서 生態學的 研究에서 種자의 크기에 따라서 種間的 變異가 어떻게 表出이 되는가에 關心을 가지고 있다. 비록 種자의 무게가 植物體에서 相對的으로 保存性을 지니고 있지만, 植物體 어버이의 年齡(Cavers and Marion, 1984), 낮의 길이(Cook, 1975) 및 發達期間중에서의 溫度(Wardlaw and Dunstone, 1984) 등 變化要因에 따라서 變異가 생길 수도 있다. Stanton(1984)은 野生무우(*Raphanus raphanistrum*)의 경우 한개의 陝果내에서 種자의 크기가 6배의 차이가 나며 單一個體 내에서는 12배의 차이가 있음을 立證하였다. 連續된 研究에서 Stanton(1985)은 一般的으로 크기가 큰 種子是 작은 種子보다 많은 꽃을 지닌 커다란 植物體가 된다고 報告했다.

또한 어떤 研究에서는 種자의 크기가 큰 것은 經濟的인 면에서 優秀한 幼苗를 生育시킨다고 報告가 되어 있고(Galloway, 1984; 1897; Rotunno, 1924; Balck, 1956), 또 다른 研究는 크기가 큰 種子是 初期成長에 크게 영향을 받지만, 生育後期에 가서는 成長에 크게 影響을 미치지 못한다고 發表된 것도 있다(Oexemann, 1942; Harper and Obeid, 1967). 콩, 오이 및 토마도의 植物을 選擇해서 이들 種자의 最初의 무게가 植物의 成長에 어떻게 影響을 미치는가를 研究하였다(Oexemann, 1942). 植物의 物質生産的인 觀點에서 옥수수 種子무게가 植物의 初期生育에 어떻게 影響을 미치는 지를 秋山와 武田(1973)가 報告한 것도 있다.

植物의 成長解析에 관해서는 많은 研究가 되어왔다(Blackman, 1919; Blackman and Wilson, 1951; Hiroi and Monsi, 1964; Gregory, 1928). 例를 들면 강남콩을 材料로 해서 一定期間 暗處理 시킨 후 植物의 初期 成長이 어떻게 變化되는지를 成長解析한 研究가 있고(Choe, 1972), 土壤 水分의 供給制限에 따라서 강남콩 植物이 어떻게 成長 沮害를 받으며, 어떻게 回復 되는가를 調査한 研究(Oliganga and Choe, 1975), 光線의 相對照度を 달리 했을 때, 植物의 成長과 物質生産이 어떻게 變化하는 지를 研究한 것도 있다(崔와 金, 1976).

最近에 와서 植物의 成長과 成長解析의 電算化에 대한 研究가 進行되고 있으며, 成長

의 標識 變數를 數式化하여 電算化시켜 植物의 成長解析을 한 것도 있다(Hunt and Parson, 1974; Parson and Hunt, 1981). 그리고 강남콩의 種子의 무게가 植物의 初期成長과 物質生産에 어떻게 影響을 미치는 가에 관한 研究도 있다(崔와尹, 1978). 또한 Iwaki(1975)는 벼과 植物의 營養 生長을 電算化시켜 simulation시켰다.

본 研究는 實驗 生理生態學的 觀點에서 야생무우(wild radish)의 種子의 무게를 여러 단계로 달리 했을 때에 植物의 成長이 어떻게 變化되며, 그 調查結果를 Hunt와 Parson (1974)의 電子計算 프로그램(program)에 代入시켜 成長解析 可能 與否를 檢討 調查하려고 하였다.

材料 및 研究方法

實驗에 使用한 植物材料는 야생무우(*Raphanus raphanistrum*)의 種子를 選擇하였다. 種子의 무게는 乾重量을 測定하여, 大(Large, 21.30 ± 2.97 mg), 中(Medium, 9.58 ± 0.84 mg), 小區(Small, 6.61 ± 0.82 mg)의 각각 3군으로 分類하였다. 種子를 發芽시킨 후, 水耕栽培用 化분당 植物 1個體씩 幼苗를 移植시키고, 100個의 植物個體를 生育室(growth cabinet)에서 水耕栽培法(hydroponic system)을 利用, 植物體를 生育시켰다. 生育室內의 環境條件은 10時間 植物體에 光線($875 \mu\text{E}/\text{cm}^2/\text{sec}$)을 照射시키고, 밤 時間을 14時間 維持시켰으며, 生育期間의 平均溫度는 낮 時間은 25°C , 밤 時間은 15°C 로 溫度를 調節하였고, 相對濕度는 60%로 自動調節시켰다. 植物體에 供給시킨 培養液은 Boysen-Jensen溶液으로 $10 \mu\text{M}$ nitrate 液을 1週日 間隔으로 交換하여 補充시켰다. 標本抽出은 種子가 發芽된 후 4日, 5日 間隔으로 各區當 4個體씩 植物을 採取하였다. 採取한 植物體는 子葉, 胚軸, 잎 및 뿌리 별로 나누어 切斷시킨 후 80°C 乾燥器에 約 7日間 乾燥시킨 다음, 植物體를 器官別로 乾重量을 測定하였다. 또한 葉面積은 葉位別로 葉面積 測定器(leaf area meter, LI-COR, Inc., U.S.A.)를 使用하여 測定하였다. 야생무우(wild radish)의 生育時期別로 잎의 光合成率($\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{min}$), 잎, 줄기 및 뿌리의 呼吸率($\mu\text{mol CO}_2/\text{g}/\text{min}$)은 赤外線 CO_2 가스 分析器(infrared CO_2 gas analyzer, Model LI-6000, LICOR, Inc., U.S.A.)를 使用하여 잎은 CO_2 의 吸收量, 잎, 줄기 및 뿌리는 CO_2 의 排出量을 각각 器官別로 測定하였다. 成長解析은 IBM computer(P.C. AT)를 使用하여 Parson과 Hunt (1981)의 program을 利用, 電算處理하여 成長解析 適用 與否를 檢討하였다.

結果 및 考察

植物體 個體乾重量의 成長

全 生育期間 중에서 種子 重量이 서로 다른 野生 무우의 植物 個體別 乾重量의 成長變化는 Fig. 1에 表示되어 있다. Fig. 1, 2에서 살펴 보면, 모든 生育期間 중, 種子의 무게가 큰 大形區(Large size of seed weight, L plot)의 植物體의 成長이 中形區(Medium size, M plot)나 小形區(Small size, S plot)보다 크게 成長하였음을 알 수 있다. 發芽後 20日째의 種子重別에 따른 植物體의 成長을 보면 L, M區는 S區보다 植物體의 乾重量이 컸으며, L과 M區間에서의 植物體의 成長은 유의차가 없음을 알 수 있다. 그러나 發芽

後 25-33日 사이의 期間인 成長曲線 對數期에서는 種子重이 큰 植物體일수록 成長이 컸으며, 種子重別 植物體의 各 區間에서 成長의 유의차가 나타났다. 이는 種子重이 무거운 植物體일수록 種子重에 따른 植物體의 成長이 컸으며 그 影響도 큰 것으로 나타났다. 예를 들면 種子 發芽 後33日 째의 種子重別로 成長值를 보면 L區, M區 및 S區에서 各 植物體의 乾重量別로 13.93 ± 26.7 , 7.76 ± 59 및 4.61 ± 20 g/植物體였다(Fig 2). 이런 實驗的 傾向은 Oexemann(1942)의 콩, 오이 및 토마토의 實驗 結果와 秋山와 武田(1973)의 옥수수 種子重에 따른 初期 成長調查, 그리고 崔와 尹(1978)의 강남콩의 實驗結果와 비슷한 傾向의 成長現象임을 알 수 있었다.

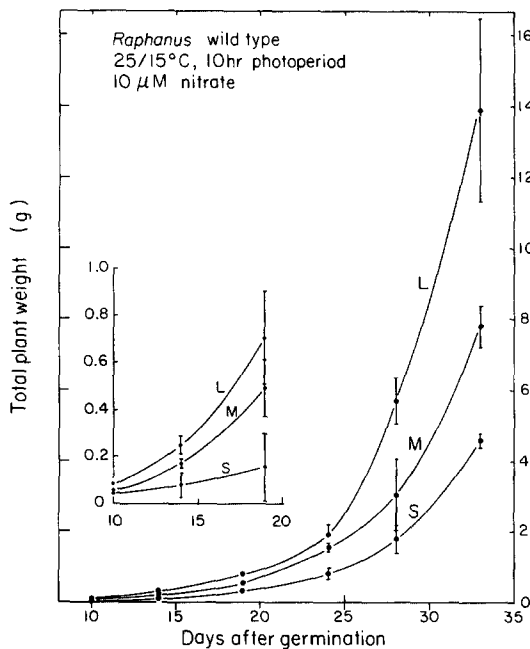


Fig. 1. Growth curves in total plant dry weight of *Raphanus raphanistrum* plants from small, medium (M) and large (L) size of seeds weight.

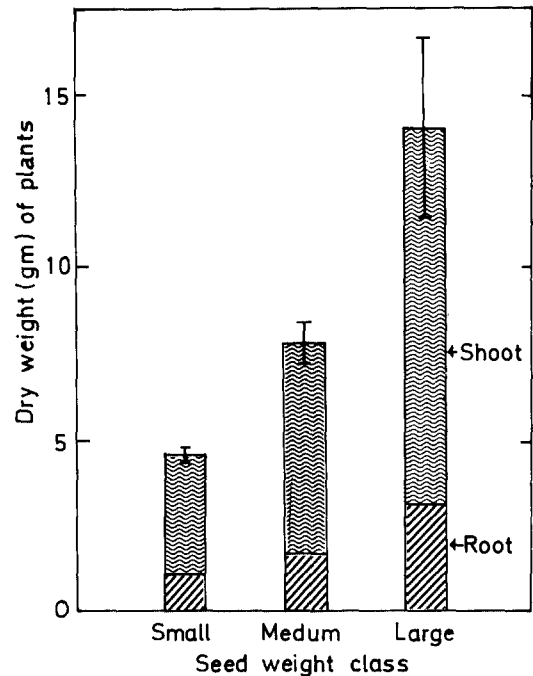


Fig. 2. Total dry weight (g) of growth chamber grown wild radish (*Raphanus raphanistrum*) plants from Small, Medium, and Large seeds. Plants were harvested 33 days after germination.

Shoot(子葉과 葉)의 面積과 乾重量의 成長

잎은 光合成 器官으로서 植物體의 構造와 機能的인 면에서 形態, 生理學的으로 重要한 뜻이 있음을 Boysen-Jensen(1932)과 Monsi와 Saeki(1953)등이 주장하였다. Milthorpe(1956, 1983)에 의하면 種子가 發芽한 後 葉의 展開速度와 葉面積의 成長은 잎의 分化, 發芽過程을 調査, 研究하는데 重要한 標識가 될 수도 있다고 報告하였다.

葉面積과 子葉의 成長은 個體乾重量의 成長 傾向과 비슷한 結果를 얻었으며, L區가 初

期成長과 對數期를 거쳐서 M區나 S區보다 植物의 成長이 크게 나타났다(Fig. 3). 反面에 M, S區는 비슷한 成長을 보였으나 역시 成長 後期에서 두 區間의 차를 보여주었다. 生育後期인 成長의 對數期의 後期에서는 S區와 M區的 shoot의 成長은 S區보다 M區가 큰 成長量을 보였지만 L區는 S區보다 2.5배의 높은 값으로 나타났다. 例를 들면 種子發芽後 33日째인의 shoot 面積은 L區, M區 및 S區에서 各各 2155 ± 35 , 1181 ± 16 , 875 ± 24 cm²/plant 였다. 이런 結果는 種子重이 큰 植物일수록 個體당 큰 葉面積이 된다는 여러 研究者(Bhat, 1973; Blackman and Wilson, 1951; Black, 1956; 崔와 尹, 1978; Choe *et al.*, 1988)의 報告 內容과 비슷한 것이다.

葉은 光合成을 해서 高分子 有機物을 合成, 生産하여 그 일부를 呼吸作用에 의해서 消費하고 나머지가 植物成長에 큰 寄與를 하기 때문에 植物의 物質經濟를 研究할 때에 葉重量의 成長 調査는 重要한 要素가 되며 學術的으로 큰 意味가 있다고 할 수 있다(Hiroi and Monsi, 1964; Choe, 1972; 崔와 尹, 1978).

Shoot(葉과 子葉)의 乾重量의 時間的 變化는 Fig. 4에 表示하였다. Fig. 4에 의하면 shoot乾重量의 全 生育過程을 時期別로 살펴보면, 植物의 個體乾重量의 成長과 비슷한 傾向이 보였지만 shoot面積의 成長과 個體重의 成長과는 生育後期에 가서 다소 다른 面

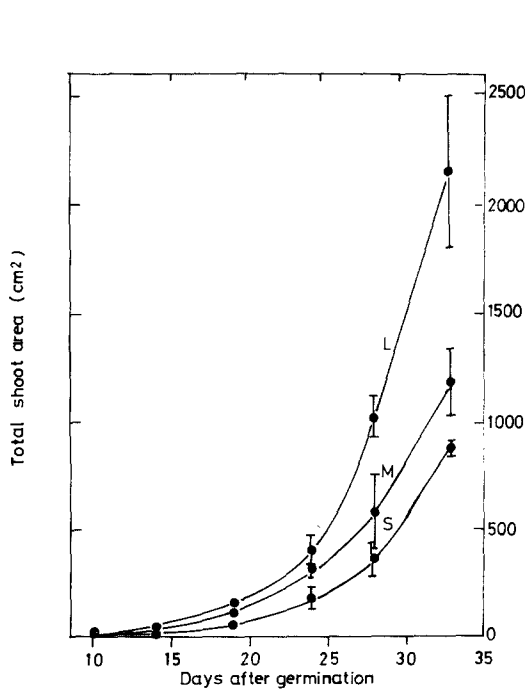


Fig. 3. Growth curves in total shoot (cotyledons and leaves) area of *Raphanus raphanistrum* plants from small (S), medium (M) and large (L) size of seeds weight.

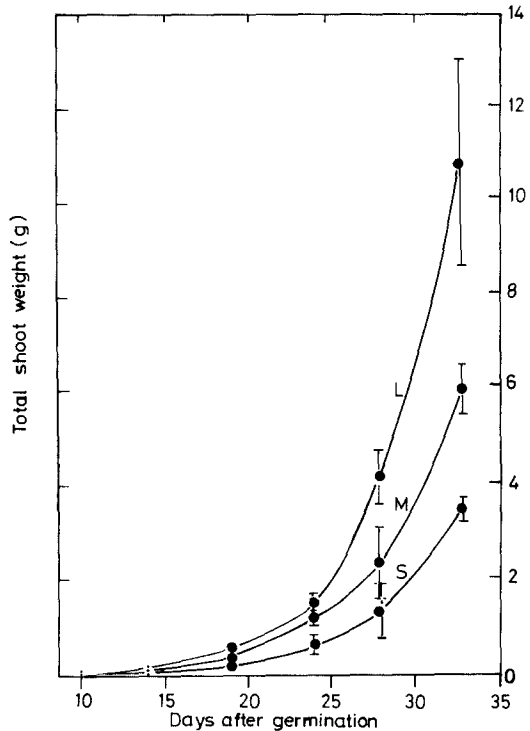


Fig. 4. Growth in total shoot weight of *Raphanus raphanistrum* plants from small (S), medium (M) and large size (L) of seeds weight.

이 보였다.

各 種子重別로, shoot 重量의 成長을 살펴보면, 成長初期(種子發芽後 14日째)의 個體當 shoot 乾重量은 L區, M區 및 S區에서 各各 162±11, 113±9, 56±18 g의 큰 差가 보였다. 生育後期(發芽後 33日째)에서의 shoot 乾重量은 L區에서 10827±22 g, M區에서 6029±48 g, S區에서 3499±19 g로 各各 나타났다. 以上の 結果를 觀察해 볼 때에, 種子重이 크면 클수록 個體當 shoot 乾重量이 커짐을 알 수 있었다.

成長解析

種子 무게와 크기가 다른 植物體間에서 種子重量이 植物이 成長에 影響을 미쳐서 成長의 크기의 差를 일으키는 것을 定量的으로 分析하기 위해서 英國式 成長解析法을 適用하여 相對成長率을 純同化率과 葉面積比로 要因을 나누어 計算해 보았다(Blackman, 1919).

相對成長率(RGR, relative growth rate)

Blackman(1919)은 植物의 乾重量의 增加過程을 複利的인 것으로 보아, 이때 利率에 相當하는 것을 相對成長率이라 한다(Gregory, 1928). 따라서 相對成長率은 다음과 같은 式으로 表示되며 이것에 따라서 計算하였다.

$$RGR = \frac{1}{W} \cdot \frac{dW}{dt} = \frac{d \log_e W}{dt}$$

$$\frac{\frac{\Delta \log_e W}{\Delta t}}{\frac{\ln W_2 - \ln W_1}{t_2 - t_1}} \dots \dots (1)$$

여기서 W는 植物個體의 乾重量, t는 時間을 나타낸다. In은 自然對數이다. 種子重의 크기에 따른 전 생육기간의 RGR치는 Table 1에 표시되어 있으며, Table 1에 의하면 L區와 M區는 成長시기가 경과됨에 따라서 RGR의 값이 감소됨을 알 수 있으나, S區는 반대로 증가됨을 알 수 있다. 종자발아후 10-14일간(成長初期)의 種子重別 RGR의 값은 L, M, S區에서 각각 0.2887, 0.2807 및 0.2365 g/g/day로서 S區는 이들 L, M區의 RGR值의 80%에 달한다는 것을 알 수 있었다. 그러나 成長後期인 發芽後 24-28日째에

Table 1. The changes with time (days after germination) of relative growth rate (RGR, g/g/day) of *Raphanus* plants from small, medium and large size of seeds weight

Days after germination	10-14	14-19	19-24	24-28	28-33
Seed weight class					
Large	0.2887	0.2243	0.1854	0.2721	0.1797
Medium	0.2807	0.2345	0.2160	0.1716	0.1818
Small	0.2365	0.1893	0.1911	0.1727	0.2286

서는 L, M, S區의 RGR의 값은 각각 0.2721, 0.1716 및 0.1727 g/g/day로서 M, S區의 RGR에 影響을 미친다는 것을 알 수 있으며 種子重이 큰 植物體일수록 成長率이 크다는 것을 알 수 있었다. 이런 傾向은 崔와 尹(1978)이 강낭콩을 材料로 해서 實驗한 것과 잘 일치된다고 思料된다.

純同化率(NAR, net assimilation rate)과 葉面積比(LAR, leaf area ratio)

種子の 크기와 무게에 따라 달라진 成長의 差가 주로 RGR값에 있는 것으로 推定되어 그 理由를 明確히 하기 위해서 RGR을 두가지 要素인 NAR과 LAR로 나누어 定量的으로 分析을 시도하여 보았다.

Gregory(1928), Blackman과 Wilson(1951)에 의하면 相對成長率은 純同化率과 葉面積比의 두 要素로 나눌 수 있다고 報告되어 있다. 植物체가 光合成을 하여 有機物을 生産하는 器官이 植物體의 全體라기 보다는 個體當 葉面積이라고 생각하는 것이 보다 合理的이라 보아(Gregory, 1928) RGR의 數式(2)을 NAR의 數式(3)과 LAR의 數式(4)으로 展開시켰으며 各 數式에 의해서 NAR과 LAR을 계산하였다. 따라서 RGR의 式은 다음과 같다.

RGR = NAR · LAR 또는

$$\frac{1}{W} \cdot \frac{dW}{dt} = \left(\frac{1}{L_A} \cdot \frac{dW}{dt} \right) \cdot \frac{L_A}{W} \dots \dots \dots (2)$$

$$\begin{aligned} \text{NAR} &= \frac{1}{L_A} \cdot \frac{dW}{dt} = \frac{d \log L_A}{d L_A} \cdot \frac{dW}{dt} \\ &= \frac{\Delta \log L_A}{\Delta L_A} \cdot \frac{\Delta W}{\Delta t} \\ &= \frac{\log L_{A2} - \log L_{A1}}{L_{A2} - L_{A1}} \times \frac{W_2 - W_1}{t_2 - t_1} \dots \dots \dots (3) \end{aligned}$$

여기서 L_{A1} , L_{A2} 는 葉面積을 뜻하고 t_1 과 t_2 는 各 時期의 時間 그리고 W_1 과 W_2 는 個體의 乾重量을 意味한다.

$$\begin{aligned} \text{LAR} &= \frac{L_A}{W} = \frac{\log W_2 - \log W_1}{W_2 - W_1} \\ &\times \frac{L_{A2} - L_{A1}}{\log L_{A2} - \log L_{A1}} \dots \dots \dots (4) \end{aligned}$$

(1973)에 따른 옥수수의 實驗 結果, 崔와 尹(1978)에 의한 강낭콩 實驗에서 生育後期보다는 生育初期가 種子重에 影響을 많이 받는다는 實驗 結果와 잘 일치 된다고 생각된다. 또한 純同化率이 L, M 및 S區 順序로 그값이 生育初期에서 작아졌고 Oexemann(1942)의 種子重과 生育初期와는 相關關係가 깊다는 보고와 본 實驗 結果와 잘 일치되는 傾向이 있다고 思料된다.

Table 2. The variation with time of net assimilation rate (NAR, g/m²/day) of *Raphanus* plants from varying size of seeds weight

Days after germination	10-14	14-19	19-24	24-28	28-33
Seed weight class					
Large	0.1513	0.1106	0.0889	0.1422	0.1086
Medium	0.1373	0.1125	0.1056	0.0893	0.1097
Small	0.1094	0.0890	0.0975	0.0913	0.1112

葉面積比(LAR, leaf area ratio)

葉面積比는 (4)式에 따라서 算出하였다. 全 成長期間中の 種子重別로 計算한 LAR值는 Table 3에 表示되어 있다. 生育初期의 LAR值는 L, M, S形 區에서 各各 1.9037, 2.0396, 2.1520 m²/g로써 L區에서 M, S區로 갈수록 그값이 커짐을 알 수 있다. 이런 現象은 NAR의 傾向과는 반대라고 볼 수 있다. 그러나 成長後期(發芽後 24-28日째)의 LAR值는 L, M, S區別로 1.9406, 1.9313, 1.8821 m²/g과 같이 種子重別로는 差가 거의 없음을 알 수 있다. 成長後期の 各 種子重別로 큰 成長의 差를 나타낸 理由는 LAR인 構造的인 面보다, 機能的인 NAR이 크게 影響을 미친다고 생각된다.

葉重量에 對한 葉面積의 比(SLA, specific leaf area)

$$SLA = \frac{L_A}{F} \dots \dots \dots (5)$$

Table 3. The variation with time of leaf area ratio (LAR, m²/g) of *Raphanus* plants from varying size of seeds weight

Days after germination	10-14	14-19	19-24	24-28	28-33
Seed weight class					
Large	1.9037	2.0135	2.0857	1.9406	1.6767
Medium	2.0396	2.0823	2.0536	1.9313	1.6870
Small	2.1520	2.1254	1.9735	1.8821	2.0458

여기에서 F는 葉乾重量이고 L_A는 葉面積을 意味한다. SLA는 一般的으로 잎의 두께를 대략적으로 알아보는 尺度로도 생각할 수 있다. SLA값이 크다는 것은 葉綠素層이 얇고

잎이 얇다는 것을 뜻하며 植物의 物質生産에는 不利한 要因으로 作用한다고 볼 수 있다.

全 生育期間을 통한 種子重別로 計算된 SLA値는 Table 4에 表示되어 있다. Table 4에 의하면 成長初期(發芽後 10-14日째)의 SLA値는 L, M, S區別로 各各 2.7578, 2.9556, 2.8463 m²/g로 나타났다. 成長後期(發芽後 28-33日째)의 SLA値는 L, M, S區에서 各各 2.2133, 2.2107, 2.8448 m²/g로 나타났다. 대략 SLA값을 잎의 두께로 볼 수도 있으며 種子重은 잎의 두께에는 큰 影響을 미치지 못한다고 結果가 나왔다.

Table 4. The changes with time of specific leaf area (SLA, m²/g) of *Raphanus* plants from varying size of seeds weight

Days after germination	10-14	14-19	19-24	24-28	28-33
Seed weight class					
Large	2.7578	2.7979	2.6966	2.5854	2.2123
Medium	2.9556	2.8906	2.6875	2.5404	2.2107
Small	2.8463	2.8132	2.5985	2.8231	2.8448

種子重에 따른 野生무우의 生理學的 特性

生育初期인 種子發芽後 10日째의 種子重別 光合成率은 L, M, S區에 따라서 各各 12.4, 14.4 및 9.8 μmol CO₂/m²/sec로서 生育 初期에 비해서 生育後期가 種子別로 다소 光合成率이 低下됨을 알 수 있다. 또한 種子重別로도 光合成率에 다소 影響을 미친다고 생각된다. 그러나 呼吸率은 種子別, 成長期間中 크고 그 값이 變化되지 않았음이 나타났다. 예를 들면 shoot의 呼吸率은 0.793 μmol CO₂/m²/min이었고 뿌리에서는 3.28 μmol CO₂/m²/min이었다. 위의 英國의 植物成長 解析法은 computer program(Hunt and Parson, 1974; Parson and Hunt, 1981)을 사용해서 數值 計算을 하였다. 우선 調查資料 數值를 Hunt와 Parson program에 入力시켜 適用 與否를 檢討해본 結果 다행스럽게도 잘 適用될 수 있음을 찾아낼 수 있었다. 이런 電子 計算 方法을 植物의 成長解析에 이용 하므로써 植物成長의 研究가 크게 發展되리라라고 思料된다.

要 約

野生 무우의 種子무게와 크기를 달리 했을 때 이 種子로부터 分化, 成長된 全 生育期間을 통해서 어떻게 影響을 받는가를 植物의 生理, 生態學的 面과 物質生産的인 觀點에서 調查 研究하였다.

種子の 무게는 全 生育期間을 통해서 L區의 植物이 M, S區보다 큰 成長을 하였음을 알 수 있다(種子 發芽後 33日째의 L, M, S區別로의 植物의 成長値는 各各 13.93, 7.77, 4.61 g/plant로 나타났다). 또한 shoot(子葉과 葉)面積과 shoot重量의 成長은 全 生育期間을 통해서 個體乾重量의 成長 傾向과 비슷하게 나타났다(種子 發芽後 33日째의 shoot의 面積은 L, M, S區別로 各各 21.55, 11.81 및 8.75 cm²/plant로, shoot乾重量은 各各 10.83, 6.03, 3.50 g/plant로 나타났다).

相對成長率는 成長初期인 發芽後 10-14日째에서 種子中은 L, M, S區別로 각각 0.2887, 0.2807 및 0.2365 g/g/day였으며, 成長後期(發芽後 24-28日째)에서는 각각 0.2721, 0.1716, 0.1727 g/g/day였다. 成長初期(發芽後 10-14日째)의 純同化率(NAR)은 L, M, S區別에서 각각 0.1513, 0.1373 및 0.1094 g/m²/day로서 種子重이 初期成長에 크게 影響을 미친다고 생각되며, 成長後期(28-33일째)의 NAR值는 L, M, S區別로 0.1086, 0.1097 및 0.1112 g/m²/day로서 種子重別로 큰 差異가 없었다.

成長初期의 LAR值는 L區(1.9037 m²/g)에 비해서 M, S區(2.0396, 2.1520 m²/g)가 보다 크게 나타났으며, 成長後期에서는 L, M區의 LAR值(1.6767, 1.6870 m²/g)는 거의 같았으나, S區의 값은 L, M區의 값보다 큰 값(2.0458 m²/g)으로 나타났다. 또한 成長初期에서의 SLA值는 L, M, S區別에 따라 각각 2.2123, 2.2107 및 2.8448 m²/g으로 나타났다.

野生 무우의 生理的 特性으로 光合成率과 呼吸率을 測定 調査하였는데 生育初期의 L, M, S區의 光合成率은 각각 12.4, 14.4, 9.8 $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{sec}$ 였고, 生育後期에서는 9.4, 11.4, 9.8 $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{sec}$ 로서 生育初期에 비해 後期에서 光合成率이 低下되었음을 알 수 있다. 呼吸率은 生育中期(種子 發芽後 17일째)에서 種子重과는 關係없이 shoot에서 0.793 $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{min}$ 이었고, 뿌리에서는 3.28 $\mu\text{mol CO}_2/\text{g}/\text{min}$ 이었다.

植物의 成長解析法은 Hunt와 Parson(1974) Parson과 Hunt(1981)의 電子計算 program을 使用하였으며, 이 方法으로 調査된 數值를 計算 分析한 結果 期待했던 結果를 算出하였다. 이러한 意味에서 電子計算 program은 成長 研究에 크게 使用 發展될 것으로 期待된다.

引用文獻

- 秋山 侃・武田 友四郎. 1973. トウモロコミの物質生産に 關する研究 第1報 初基生育に及ぼす 種子重の影響. 日作記 42 : 97-102.
- Bhat, J.L. 1973. Ecological significance of seed size to emergence and dormancy characteristics in *Indigofera glandulosa*. Jap. J. Ecol. 23 : 95-99.
- Black, J.N. 1956. The influence of seed size and depth of sowing on premergence and early vegetative growth of subterranean clover(*Trifolium subterraneum* L.). Aust. J. Agr. Res. 7 : 98-109.
- Blackman, V.H. 1919. The compound interest law and plant growth. Ann. Bot. 33 : 353-406.
- Blackman, G.E. and G.L. Wilson. 1951. Physiological and ecological studies in the analysis of plant environment VII. An analysis of the different effect of light intensity on the net assimilation rate, leaf area ratio and relative growth rate of different species. Ann. Bot., N.S. 15 : 378-408.
- Boysen-Jensen, P. 1932. Die Stoffproduktion der Pflanzen. Gustav Fischer, Jena. pp. 1-8.
- Cavers, P.B. and G.S. Marion. 1984. Patterns of change in seed weight over time on individual plants. Amer. Nat. 124 : 324-325.
- Choe, H.S. 1972. Growth-analytical studies of *Phaseolus vulgaris* seedlings after varying periods of dark treatment. J. Fac. Sci. Univ. Tokyo. Sec III, 11 : 137-174.

- Choe, H.S., C. Chu, G. Koch, J. Gorham and H.A. Mooney. 1988. Seed weight and seed resources in relation to plant growth rate. *Oecologia* 76 : 158-159.
- 崔賢燮·金元集. 1976. 作物的收穫增産에 關한 技術적 연구—光線 水分條件에 依한 作物의 生長과 物質生産을 中心으로—. 慶熙大 産業科學技術研究所 論文輯 4 : 32-41.
- 崔賢燮·尹解順. 1978. 강낭콩 植物의 物質生産에 關한 研究: 種子무게가 植物의 初期生育 및 物質生産에 미치는 影響을 中心으로. 慶熙大 産業科學技術研究所 論文集 6 : 161-167.
- Cook, R.E. 1975. The photoinducible control of seed weight in *Chenopodium rubrum* L. *Amer. J. Bot.* 62 : 427-431.
- Galloway, B.W. 1894. Growth of radish as affected by size and weight of seed. *Agricultural Science* 8 : 557.
- Gregory, F.G. 1928. Studies in energy relations of plants II. The effect of temperature on increase in area of leaf surface and dry weight of *Cucumis sativus*. I. The effect of temperature on the increase in area of leaf surface. *Ann. Bot.* 42 : 469-507.
- Harper, J. L. and M. Obeid. 1967. Influence of seed size and depth of sowing on the establishment and growth of varieties of fiber and oil seed flax. *Crop Sci.* 7 : 527-532.
- Hiroi, T. and M. Monsi. 1964. Physiological and ecological analysis of shade tolerance of plants 4. Effect of shading on distribution of photosynthate *Helianthus annuus*. *Bot. Mag. Tokyo.* 77 : 1-9.
- Hunt, R. and I. T. Parsons. 1974. A computer program for deriving growth function in plant growth analysis. *J. Appl. Eco.* 11 : 297-307.
- Iwaki, H. 1975. Computer simulation of vegetative growth of rice plants. *JIBP SYNTHESIS.* 11 : 105-121.
- Milthorpe, F. L. 1956. The relative importance of the different stage of leaf growth in determining the resultant area. *In*, The Growth of Leaves, F.L. Milthorpe(ed.). Butterworths Scientific Publications, London. pp. 141-150.
- Milthorpe, F. L. 1983. General features of the production and growth of leaves. *In*, The Growth and Functioning of Leaves, F. L. Milthorps (ed.). Cambridge Univ. Press, Cambridge, London. pp. 151-178.
- Monsi, M. und T. Saeki. 1953. Über den Lichtfaktor in den Pflanzengesellschaften und seine Bedeutung für die Stoffproduktion. *Jap. J. Bot.* 14 : 22-52.
- Oezemann, S. W. 1942. Relation of seed weight of vegetative growth, differentiation, and yield in plans. *A. J. Bot.* 29 : 72-81.
- Oliganga, M. L. and H. S. Choe. 1975. Ecophysiological studies on the recovery of plant growth following tight limitation of soil water supply in *Phaseolus vulgaris* seedlings. *J. Res. Insti. & Sci. Technol. Kyung Hee Univ. Seoul.* 3 : 33-40.
- Parsons, I. T. and R. Hunt. 1981. Plant growth analysis : a program for the fitting of length series of data by the method of B-splines. *Ann. Bot.* 48 : 341-352.
- Rotunno, N. A. 1924. Effect of size of seed on plant production with special reference to the radish. *Botanical Gazette* 78 : 3970-413.
- Stanton, M. L. 1984. Developmental and genetic sources of seed weight variation in *Raphanus raphanistrum* L. (Brassicaceae). *Amer. J. Bot.* 71 : 1090-1098.
- Stanton, M. L. 1985. Seed size and emergence time within a stand of wild radish(*Raphanus*

- raphanistrum* L.) : The establishment of fitness hierarchy. *Oecologia*(Berlin) 67 : 524-531.
- Wardlaw, I. F. and R. L. Dunstone. 1984. Effect of temperature on seed development in jojoba(*Simmondsia chinensis*(Limk.) Schneider). I. Dry matter changes. *Aust. J. Agri. Res.* 35 : 685-691.

(1990年 9月 5日 接受)