HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	初期生長性の作物差異と種子重との関係
Author(s)	中世古, 公男; 後藤, 寛治
Citation	北海道大学農学部邦文紀要, 12(4), 302-308
Issue Date	1981-06-30
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/11961
Type	departmental bulletin paper
File Information	12(4)_p302-308.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

初期生長性の作物間差異と種子重との関係

中世古公男・後藤寛治
(北海道大学農学部食用作物学教室)
(昭和55年11月11日受理)

The Relationship of Seed Weight to Differences in Early Vegetative Growth among Some Field Crops

Kimio NAKASEKO and Kanji GOTOH
(Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo 060)

緒　言

種子の重さが発芽後の生育ならびに収量に及ぼす影響については，優良な種子を選別する意味で農業上古くから関心が持たれ，研究が行われてきた。

KIESSELBACH[7]は，ネブラスカ農業試験場で行われた小麦，燕麦に関する24年間にわたる圃場試験の結果，および1890年から1924年までに発表された麦類に関する36編に及ぶ文献上の結果を要約し，重い種子のものは軽いものに比べ生育が旺盛で収量も高いが，未選別なものと比べて収量差がきわめて小さいことから，実際栽培上重い種子を選別する意義は小さいことを指摘している。OEXEMANN[9]は，過去に発表された研究には種子重の大きいものが収量も高いとするもの，および種子重は初期生長にのみ影響を及ぼし，栽培期間が十分に長い場合その影響は消失するものがあるとし，彼自身が大豆，キュウリ，トマトについて行った試験結果から，種子重は生育初期の生長速度にのみ影響を与えると報告している。近年では，BLACK[2~4]がサブタレニアンクローバー，FREYら[6]が燕麦，秋山ら[1]がトウモロコシ，BREMNERら[5]がバレイショを用いて実験を行い，主に物質生産的観点から種子重の生育，収量に及ぼす意義について論じている。これまでの研究報告を要約すると，初期生長は，種子重の大きいものほど旺盛であるが，栽培期間が長く，環境条件が良好な場合，種子重の影響は生育とともに消失するとする見解が最も広く受け入れられるものであろう。

種子重の違い，換言すれば貯蔵養分の多寡と初期生長性との関連は，個体間，品種間ばかりでなく作物間にも広く存在し得ることは，根部や塊茎に多量の貯蔵養分を内蔵する牧草類やバレイショが，子実性作物に比べて萌芽後きわめて旺盛な生長を示す事実からも推察されるところである。しかし，繁殖方法，貯蔵成分，発芽生理，発芽後の植物体の形態的，生理・生態的特性などを大きく異にする作物間で，この関係を検証しようと試みた例はみられない。

本試験は，わが国で栽培されている主要畑作物のうちから，トウモロコシ，大豆，小豆，菜豆およびバレイショを供試し，発芽後1カ月間における生長の差異と種子(塊茎)の乾物重との関連について検討したものである。

材料および方法

本試験は実際栽培上における現象面の解析を主眼としたため，各作物の栽培条件は栽植様式を除き，ほぼ慣行法に準じて行った。

Table 1 に示すように，各作物につき代表的な1品種を供試し，バレイショは4月30日，トウモロコシは5月13日および豆類は5月18日に北海道大学農学部附属農場の圃場に播種した。栽植様式は各作物共通で畦間75 cm，株間30 cmとし，いずれも1本立である。肥料は各作物とも一般慣行施肥法に準じて施用した。区制は4反復乱塊法である。また，発芽の整一性を期するため，播種後直ちにスプリンクラーにより潅水した。

播種に先立ち，供試材料の種子粒重(バレイショは2つ切にしたものの生重)を秤量した。また，その一部を80°Cで48時間熱風乾燥して乾物率を求め，平均種子重と乾物

Table 1. Sowing date, time of emergence and initial seed weight.

Crop	Date of sowing	Date of emergence	Seed weight (g/seed) Ave.	Seed weight (g/seed) Range	Average dry weight of seed (g/seed)
Adzuki bean (*Phaseolus radiatus* L., var. Akatsukidainagon)	May 18	May 31	0.217	0.18~ 0.28	0.191
Soybean (*Glycine max* (L.) MERRILL, var. Koganeshiro)	May 18	May 29	0.250	0.21~ 0.28	0.233
Maize (*Zea mays* L., var. Koh No. 8)	May 13	May 23	0.328	0.30~ 0.36	0.308
Kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L., var. Taishokintoki)	May 18	May 30	0.653	0.53~ 0.79	0.593
Potato (*Solanum tuberosum* L., var. Irish Cobbler)	April 30	May 23	57.0*	45.0 ~70.0*	12.70

*: Fresh weight.

率から各作物の平均種子乾物重を算定した (Table 1)。

調査は発芽後ほぼ 5, 10, 20 および 30 日目に行い，各反復から 5 個体，計 20 個体について種子乾物重，幼植物体の部位別乾物重 (80°C, 48 時間熱風乾燥) ならびに葉面積 (自動葉面積測定装置による) を測定した。試験期間中における各作物の生育は，バレイショで発芽後 30 日目に株間で隣接個体との接触が認められたほかは，ほぼ孤立状態に近い条件下に推移した。

結果および考察

1. 幼植物体ならびに種子の乾物重の推移

Fig. 1 は，発芽後 30 日目までの幼植物体における乾物重 (種子を除く) の推移，および種子乾物重の減少過程を暦日で示したものである。

幼植物体の乾物重は，各作物が出揃った 6 月上旬において，発芽の遅速に関係なく種子乾物重の大きい作物ほど大きく，その差は生育とともに拡大する傾向を示した。

一方，種子乾物重の減少パターンは，作物により大きく傾向を異にした。小豆，トウモロコシおよび菜豆は，発芽後 10 日目に最初の重さの 10% 以下に減少した。しかし，バレイショは，萌芽後 20 日まで漸減傾向を示し，約 80% の乾物を消費するが，その後の減少はきわめて緩慢となる。また，子葉が地上に出現し，かつ光合成を営む大豆は，発芽後 10 日目までに約 70% の乾物を消費し，その後はほぼ一定量を保ち，子葉は発芽後 30 日目まで着生していた。このように，バレイショおよび大豆では貯蔵養分の全てが幼植物体の形成に使われるわけで

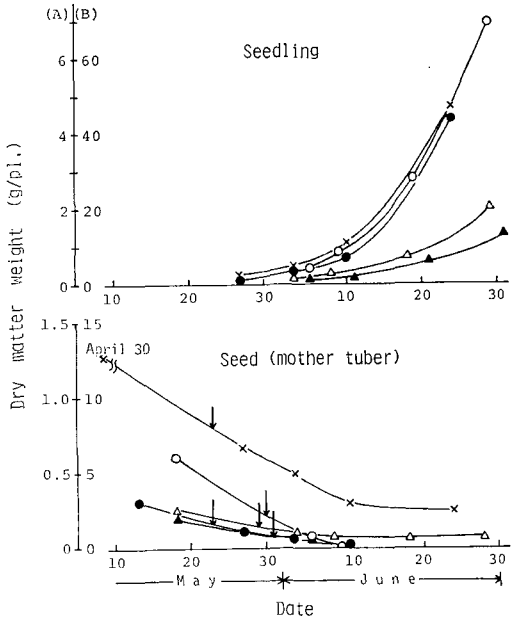

Fig. 1. Changes in dry matter weight of seedlings and seeds (mother tuber) during the mouth after emergence.

Note. The graph scale for potato (B) is indicated as one tenth of that for seed crops (A). Arrows indicate the time of emergence.

×: potato, ○: kidney bean, ●: maize, △: soybean, ▲: adzuki bean.

Table 2. Various consume attributes of reserve food (dry matter weight) in seeds, dry weight increase in seedlings and apparent conversion efficiency during the pre-emergence and early post-emergence period

Crops	Dry weight decrease in seed (g) (A)		Decreasing rate (g/day)		Relative decreasing rate (g/g/day)		Dry weight increase in seedling (g/pl.) (B)		Apparent conversion efficiency (%) (B/A)
Stage	0–5	5–10	0–5	5–10	0–5	5–10	0–5	5–10	0–5
Adzuki bean	0.151	0.015	−0.008	−0.003	−0.0866	−0.1155	0.10	0.05	66.2
Soybean	0.123	0.040	−0.008	−0.008	−0.0461	−0.0904	0.13	0.11	105.7
Maize	0.210	0.030	−0.015	−0.006	−0.0808	−0.0073	0.13	0.14	61.9
Kidney bean	0.523	0.050	−0.029	−0.010	−0.1184	−0.2118	0.42	0.53	80.3
Potato	6.070	1.215	−0.225	−0.243	−0.0241	−0.0423	2.28	1.83	37.6

Note: decreasing rate $=\frac{dw}{dt}$, relative decreasing rate $=\frac{1}{w}\cdot\frac{dw}{dt}$ (w: dry weight decrease in seed, t: number of days during the experimental period).
stage-0: the sowing time, −5: the 5th day after emergence, −10: the 10th day after emergence.

はなく，またバレイショは子実性作物に比べて従属栄養期間が長いのが特徴である。

つぎに，発芽後10日目までの種子乾物重の減少量，減少速度 (dw/dt) および減少率 ($1/w\cdot dw/dt$) を Table 2 についてみると，減少量および減少速度は，ほぼ最初の種子乾物重の大きいものほど大きい傾向を示した。しかし，減少率は種子乾物重に関係なく，播種から発芽後5日目までは菜豆が最も大きく，次いで小豆，トウモロコシ，大豆，バレイショの順に小さかった。発芽後5日目から10日目に至る間の減少率は，トウモロコシを除いていずれも5日目までの値に比し高くなったが，各作物の従属栄養期間（子実性作物では播種から発芽後10日目，バレイショでは萌芽後20日目まで）における平均減少率は，発芽後5日目までにおけると同様の順位を示した。

2. 種子乾物重と幼植物体の生長との関係

以上のように，発芽に伴う貯蔵養分の消費パターンは，種子の生理・生態的特性の違いを反映して作物により大きく傾向を異にしたが，発芽後30日目までの幼植物体の乾物重および葉面積は，Fig. 2 に示すように，各調査時期とも種子乾物重の大きい作物ほど大きかった。

幼植物体の乾物重および葉面積と種子乾物重の関係は，直線的ではなく漸近線的関係を示し，特に貯蔵養分を大量に内蔵するバレイショは，子実性作物に比べて貯蔵養分量に対する幼植物体の形成割合が小さいことがわかる。前述したように，バレイショや大豆では貯蔵養分の全てが幼植物体の形成に使われたわけではないので，従属栄養期間中に消費された貯蔵養分に対する幼植物体の形成割合，すなわち転換効率を計算し，このうち播種から発芽後5日目までの値を Table 2 に示した。

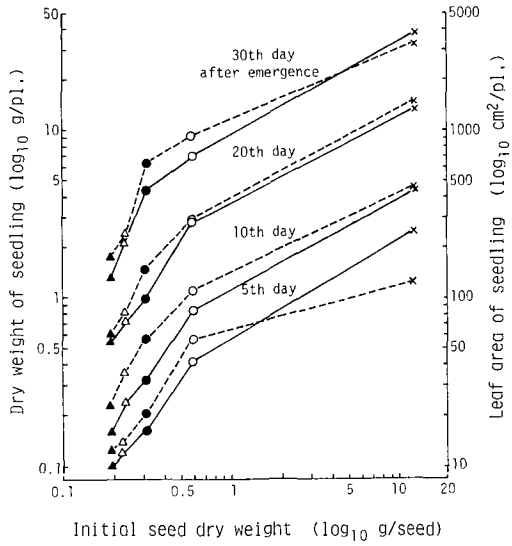

Fig. 2. Relations between initial seed dry weight and both dry weight and leaf area in seedlings after emergence.

Note. Symbols are the same as those in Fig. 1.
——: dry weight, ·····: leaf area.

播種から発芽後5日目までの転換効率は，大豆が最も大きく100%を越える値を示したが，他の作物はほぼ80～38%の範囲にあり，バレイショが最低であった。また，転換効率と種子乾物減少率との間には，大豆を除くと $r=0.999$ (0.1%で有意) の相関が認められた。転換効率は貯蔵養分の成分構成の違いによって異なることが予想される（炭水化物および蛋白質と脂肪のエネルギー転換率が異なることによる）ほか，本実験で得られた値は圃場試験によるものであることから，幼植物体の光合成が関与しているものと考えられ，あくまでも見かけの値である。このことから，大豆が100%を越える転換効率を示した原因の1つには，子葉の光合成が関与しているものと推察される。発芽後5日目から10日目における転換効率は，各作物とも100%を越えており，発芽後5日目以降，幼植物体は活発に光合成を営んでいることがうかがえる。播種から発芽後10日目までの見かけの平均転換効率は，子実性作物では比較的差が小さくほぼ150から100%の範囲にあったが，バレイショはきわめて低く約60%であった。

発芽後30日目までにおける幼植物体の乾物増加速度は，Fig. 3 に示すように，種子乾物重の大きい作物ほど高く推移しており，最初の種子乾物重との間には漸近線的関係が認められた。乾物増加速度とその支配要因である純同化率および葉面積との関係について検討してみると，乾物増加速度は，各調査期間において純同化率とは相関を示さず，平均葉面積と有意な正の相関を示し，幼

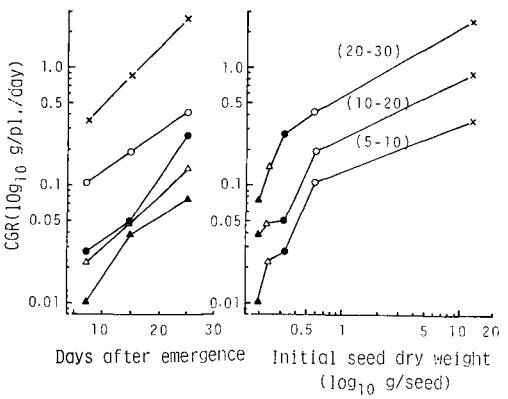

Fig. 3. Time trends of crop growth rate (CGR), and their relationship to the initial seed dry weight.

Note. The number in parentheses represents the number of days after emergence. Symbols are the same as those in Fig. 1.

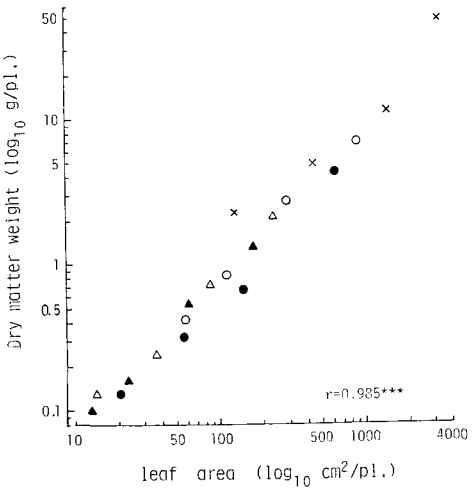

Fig. 4. Relation between leaf area and dry weight in seedlings during the month after emergence.

Note. Sombols are the same as those in Fig. 1.

植物体の全乾物重と葉面積との間には，Fig. 4 に示すように，作物，調査時期を込みにして $r=0.985$ の0.1%で有意な正の相関関係が認められた。

3. 種子乾物重と幼植物体の葉面生長との関係

発芽後1カ月間における幼植物体の乾物生長は，葉面積と密接な関係を示したことから，種子乾物重と葉面積拡大能力との関係を検討するため，まず各作物の相対葉面積生長率 (RLGR) およびこれを支配する純同化率 (NAR)，比葉面積 (SLA) および葉身への乾物分配率 (DL)[8] の推移を Fig. 5 に示した。

同図に明らかなように，RLGR とその支配因子である NAR, SLA および DL の推移のパターンとの間には，一定の対応関係がみられず，RLGR を含む各因子相互間には各調査期間において有意な相関が認められなかった。3因子のうち SLA については，1) イネ科作物であるトウモロコシは，他の作物に比べ SLA が高く推移しており，生育初期では葉を薄くすることによって葉面の展開を有利にしている，2) トウモロコシを除く他の作物の間では，発芽後5日目において種子乾物重の大きい作物ほど SLA が小さく，双子葉植物に属する作物の間では，発芽後は貯蔵養分の多い作物ほど葉が厚い，3) 豆科作物では SLA の推移は比較的類似しており，発芽後30日目にやや高くなるが，これは20日目以降に伸長した分枝が薄い葉を着生していることによる，などの点が

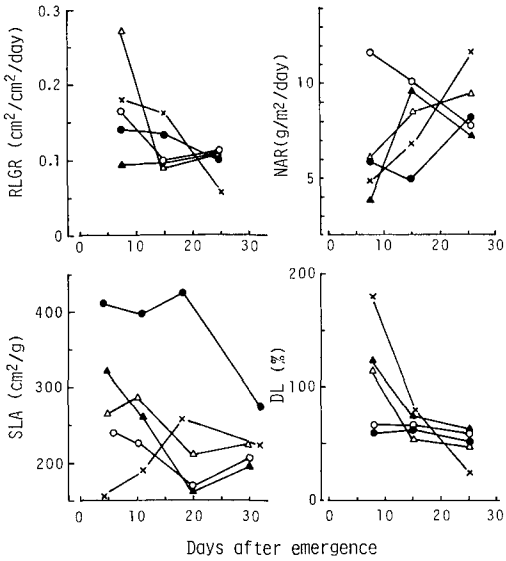

Fig. 5. Time trends of relative leaf growth rate (RLGR), net assimilation rate (NAR), specific leaf area (SLA) and distribution ratio of dry matter to leaf (DL) during the month after emergence.

Note. Symbols are the same as those in Fig. 1.

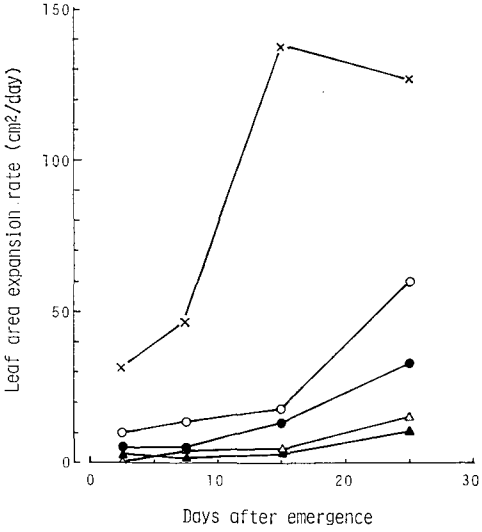

Fig. 6. Changes in leaf area expansion rate during the month after emergence.

Note. Symbols are the same as those in Fig. 1.

明らかになった。しかし，RLGR およびその支配因子と最初の種子乾物重および従属栄養期間中における種子乾物減少量，減少速度，減少率との相互間には，いずれも有意な相関関係が認められなかった。

つぎに，1日当りの葉面積拡大速度の推移を Fig. 6 に示した。葉面積拡大速度は，発芽後5日目までの期間で，大豆と小豆との間に順位の逆転が認められるものの，いずれの時期においても種子乾物重の大きい作物ほど大きかった。

以上の結果から明らかなように，発芽後1カ月間における初期生長性の作物間差異は，種子や塊茎の乾物重と密接に関係しており，個体間および品種間でみられる初期生長と種子重との関連は，広く作物(種)間にも存在することが示唆された。この理由は，1)発芽後従属栄養期間における幼植物体の葉面積の拡大は，貯蔵養分の成分構成の違いや，種子および幼植物体の生理・生態的特性の違いよりも，貯蔵養分量そのものに支配される面が強いこと，2)生育初期の乾物生長速度は，純同化率ではなく，葉面積の大小により支配されること，3)幼植物体における葉面積と全乾物重の比は，発芽後1カ月間は作物の間で比較的一定に保たれていること，によるものと考えられる。

摘　要

初期生長性の作物間差異と種子重との関係を明らかにするため，トウモロコシ，大豆，小豆，菜豆およびバレイショを供試し，圃場条件下で発芽後1カ月間における幼植物体の乾物生長と種子乾物重との関係について検討した。

1. 発芽後30日目までの幼植物体の乾物重は，種子乾物重の大きい作物ほど大きく，その差は生育とともに拡大する傾向を示した。

2. 発芽にともなう種子内貯蔵養分の消費パターンは種子の生理・生態的特性の違いを反映し，作物間で大きく傾向を異にしたが，発芽後30日目までの幼植物体における乾物重および葉面積は，各調査時期において最初の種子乾物重の大きい作物ほど大きかった。また，その関係は直線的ではなく漸近線的関係を示し，特に貯蔵養分を大量に内蔵するバレイショは，子実性作物に比べて貯蔵養分量に対する幼植物体の形成割合が小さかった。

3. 調査期間中における幼植物体の乾物増加速度は平均葉面積と有意な正の相関を示し，幼植物体の乾物重と葉面積との間には，作物，調査時期を込みにして，$r=0.985$ の高い正の相関が認められた。

4. 発芽後における幼植物体の相対葉面積生長率，純同化率，比葉面積および葉への乾物分配率は，種子乾物重と有意な相関を示さなかったが，葉面積拡大速度は種子乾物重の大きい作物ほど大きかった。

以上の結果から，発芽後1カ月間における初期生長性の作物間差異は，種子乾物重と密接に関係しており，個体間，品種間に認められる種子重と初期生長性との関連は，広く作物(種)間にも存在することが示唆された。

引用文献

1. 秋山 侃・武田四友郎： トウモロコシの物質生産に関する研究. 第1報，初期生育に及ぼす種子重の影響. 日作紀, **42**: 97-102. 1973
2. BLACK, J. N.: The influence of seed size and depth of sowing on pre-emergence and early vegetative growth of subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L.). *Aust. J. agric. Res.* **7**: 98-109. 1956
3. ————: The early vegetative growth of three strains of subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L.) in relation to size of seed. *Aust. J. agric. Res.* **8**: 1-14. 1957
4. ————: Seed size as a factor in the growth of subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L.) under spaced and sward conditions. *Aust. J. agric. Res.* **8**: 335-351. 1957
5. BREMNER, P. M., M. A. TAHA and A. K. EL SAEED: Seed size and spacing in the potato crop. *Rep. Nottingham Univ. Sch. Agric.* **1961**: 43-46. 1962
6. FREY, K. J. and S. C. WIGGANS: Growth rates of oats from different test weight seed lots. *Agr. J.* **48**: 521-523. 1956
7. KIESSELBACH, T. A.: Relation of seed size to yield of small grain crops. *J. Amer. Soc. Agron.* **16**: 670-682. 1924
8. KUMURA, A.: Leaf area development and climate. JIBP Synthesis II. "Crop productivity and solar energy utilization in various climates in Japan" (ed. Y. MURATA): 60-66. 1975
9. OEXEMANN, S. W.: Relation of seed weight to vegetative growth, differentiation, and yield in plants. *Am. J. Bot.* **29**: 72-81. 1942

Summary

Differences in plant size in the early growth stage have been suggested by many researchers to be closely related to seed size in intra- and inter-variety. The purpose of this study is to determine whether this relationship exists as a general principal or not in inter-crop (species).

Seeds of each of five crops, as presented in Table 1, were sown under field conditions. Dry weight decrease in seeds and dry weight and leaf area increase in seedlings were measured at four times during the month after emergence.

Dry matter weight of seedlings in the establishment phase was heavier in crops with heavier seed, and the differences among crops grew larger with time. On the other hand, dry matter decreasing patterns in seed were variable among crops (Fig. 1).

Dry matter decrease and the decreasing rate in seed during the pre-emergence and early post-emergence periods depends upon the initial seed dry weight, but the relative decreasing rate and apparent conversion efficiency differed among all crops regardless of the initial seed dry weight (Table 2).

However, the dry weight and leaf area of seedlings at each sampling date, and crop growth rate during the experimental periods were higher in crops with heavier initial seed dry weight, resulting in asymptotic relationships between them (Fig. 2 and 3). Also, a high positive correlation coefficient was obtained between dry matter weight and leaf area in seedlings from the data pooled for sampling dates and crops during the month after emergence (Fig. 4).

Among the leaf growth parameters, the leaf area expansion rate was higher in crops with heavier initial seed dry weight, although time trends in other parameters, such as relative leaf growth rate, net assimilation rate, specific leaf area, and the distribution ratio of dry matter to leaf were independent respective of the initial seed dry weight (Fig. 5 and 6).

Thus, the differences in the early growth and development among crops were closely related to their seed weights. The fact that the seed weight-early growth relationship has a wider application among crops as a general principal may be due to the following reason;

1. Leaf area of seedlings in the establishment phase is determined primarily by the amount of reserve food rather than differences in components of reserve materials and physio-ecological characteristics in seeds and seedlings.

2. Crop growth rate in the early growth stage is related to leaf area, not to net assimilation rate.

3. The ratio of leaf area to total dry weight in seedlings is maintained relatively constant among crops during a month after emergence, although the net assimilation rate, specific leaf area and distribution ratio of dry matter to leaf are variable among crops.