

ダイズの発芽と初期生育時におけるCO₂代謝と 生育ならびに体内成分との関係

浅 沼 興一郎

Relationships between the CO₂ Exchange and the Growth and Chemical Contents in Soybean Seedlings

Koh-ichiro ASANUMA

Soybean cultivar "Tamanishiki" was used to clarify the relationships between the CO₂ exchange and the growth and chemical contents within 22 days from sowing

Dry weight of the cotyledons decreased gradually with growth, but that of other parts, such as roots, leaves, stems and petioles, increased, especially after 7 days from sowing. The content of carbon corresponds to the dry weight of each organ, whereas that of nitrogen increased rapidly after 7 to 10 days from sowing, suggesting the active nitrogen absorption. Respiration and photosynthesis in whole plants increased with growth, and the percentages of each parts to those varied ascendingly from cotyledons to upper leaves. Photosynthesis in cotyledons started immediately at emergence and declined after 10 days when that in primary leaves became active. Growth and yield following the defoliation of cotyledons or each leaves before 10 days were reduced, but defoliation after that time showed no significant effects.

Judging from the above, photosynthesis in cotyledons seems to be very important for the growth of young seedlings of soybean plants.

ダイズの発芽と初期生育時における各部位のCO₂代謝と生育ならびに体内成分との関係を調べるため、玉錦を供試して実験を行った。得られた結果の概要は以下のとおりである。

1. 各部の乾物重は、子葉では次第に減少したが、その他の部位では次第に増加し、とくに播種から7日目以降では急激に増加した。
2. 体内成分の内、全炭素含有量は乾物重の変化と対応して変化し、全窒素含有量は播種から7~10日目以降に急増した。この結果から、窒素の吸収は播種後7日目頃から旺盛になることが示唆された。
3. 個体あたり呼吸量および光合成量は生育に伴って増加した。そして各部位の全体に対する割合は次第に上位葉で高くなった。また、子葉の光合成は出芽とともに開始され、初葉の光合成が活発となる10日目以降に衰退した。
4. 各部位を時期別に切除した場合のその後の生育・収量について調べた結果、播種後10日目までの子葉切除の場合、地上部生育、子実重は低下したが、それ以外の処理区においては明らかな傾向が認められなかった。
5. 以上の結果より、ダイズの初期生育時における子葉の光合成が生育に果たす役割はかなり重要であることが明らかとなった。

結 言

ダイズの子実収量構成要素のうち、節数、花数、莢数は生育初期の乾物生産と密接な関係があり、この乾物生産の立場からすれば、葉面積の拡大を図ることが必要である¹⁾。従って、初期生育と、子葉をはじめとする数枚の葉の機能

との関係を解明することは、その後の乾物生産の増大を図るうえでも、極めて重要であると考えられる。一方、ダイズの発芽時における形態的变化については若干の報告がみられ^{6,7)}、またそれらと光合成・呼吸作用との関連についての研究報告はBURRIS et al.⁸⁾の報告を知るのみである。

そこで、本研究においては、ダイズの発芽と初期生育時における形態変化、生育、体内成分について調査するとともに、各部位における炭酸ガス代謝についても追究し、さらには時期別に各部位を切除した場合のその後の生育状況についても調査した。その結果、若干の知見が得られたのでここに報告し、ダイズ栽培の基礎資料に供したい。

材料および方法

第1実験：玉錦を供試し、第1図に示したように、1/5000 a ワグナーポットの底部に空間をあけて金網をとりつけ、この上に砂を充填した栽培容器を用い、1ポットあたり15粒を等間隔で円形で播種した。播種深度は3 cmとし、培養液を用いた砂耕栽培として22日間栽培を続けた。そして播種後、5日目までは毎日、以後は7日、10日、15日、22日目のそれぞれの時期に、炭酸ガス代謝を測定するとともに、試料を採取して、生育状況、乾物重、体内成分の調査に供した。炭酸ガス代謝の測定は、ポット全体を透明なアクリル箱に入れて密閉し、ポット下部より通気して、入り口と出口の炭酸ガスの濃度落差から呼吸量および光合成量を求めた(第1図参照)。測定は24時間連続して実施し、

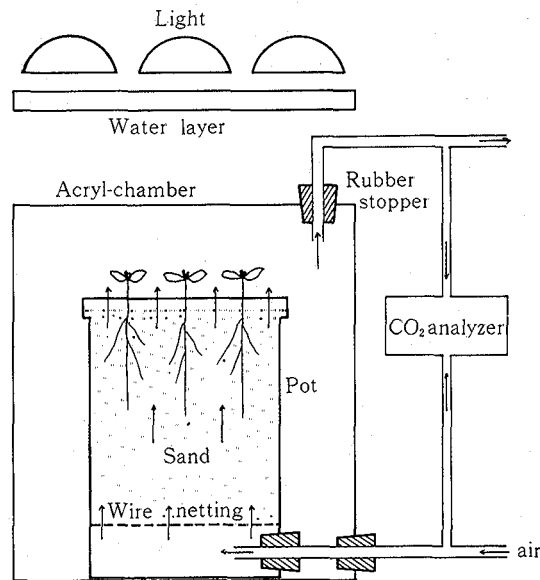


Fig 1. Apparatus for measuring CO₂ exchange
Arrows show the directions of air flow.

午前9時から午後5時までは人工照明(約2万ルクス)によって照明した。各部位についての測定はそれぞれの部位を切除したポットを用いて上記と同様に測定し、無切除のものとの間における差をもって求めた。炭酸ガスの測定には日立堀場ASSA1610型を用い、体内成分の測定はCHNコーダーによって行った。

第2実験：第1実験と同様に、玉錦を供試し、土壌を充填した1/5000 a ワグナーポットで行った。栽培は1ポットあたり2個体とし、第1実験を行ったのと同じ日にそれぞれ各葉位葉を切除して、対照区を含めて計12の区を設定し(第1表参照)、定期的に生育状況を調査するとともに、成熟期には通常の収穫調査を実施した。

Table 1 Growth and yield

Plot*	Length of main stem			No. of pods per plant	No. of seeds per		Hundred seed weight	Seed weight per plant
	July 23	Aug 20	Sept 20		plant	pod		
A	34 ^{cm}	81 ^{cm}	94	39.5	64.3	1.6 ^g	36.3 ^g	23.4
B ₄	15	69	85	42.8	54.5	1.3	39.7	21.6
B ₅	20	74	82	34.5	59.0	1.7	36.0	21.3
B ₇	28	77	93	51.0	59.8	1.2	39.8	23.8
B ₁₀	36	82	95	35.0	56.8	1.6	41.7	23.8
C ₇	33	69	95	40.3	66.5	1.7	38.0	25.4
C ₁₀	26	69	84	47.3	77.5	1.6	31.7	24.6
C ₁₅	35	77	85	42.0	64.3	1.5	38.3	24.6
C ₂₂	32	77	84	37.0	58.0	1.6	46.6	27.1
D ₁₅	29	68	81	40.8	60.3	1.5	38.9	23.5
D ₂₂	33	73	83	37.5	66.0	1.8	36.9	24.4
E ₂₂	29	72	80	43.5	73.5	1.7	30.2	22.2

* : A-E represent the part defoliated (A : non-treated control ; B : cotyledons ; C : primary leaves ; D and E : 1st and 2nd trifoliate leaves). Subscripts show the defoliation time in days from sowing

結果及び考察

I. 第1実験

1. 発芽と初期生育の状況

まず発芽と初期生育の状況についての概略を述べると、播種後1日目には幼根および幼芽の伸長が始まり、3日目には出芽し、4日目には子葉が展開した。そしてその後、7日目には初葉、10日目には第1複葉、15日目には第2複葉、22日目には第3複葉が展開した。また胚軸は子葉展開時までには伸長を停止し、以後は茎が7日目で降急激に伸長し、その後、胚軸、茎は太さの増加がみられた。一方、地下部においては、幼根の伸長とともに4日目頃から第2次根が認められ、10日目にはこれらの第2次根を中心とする根系が形成されていた。第2図には胚軸長、茎長、および主根長の推移を示した。

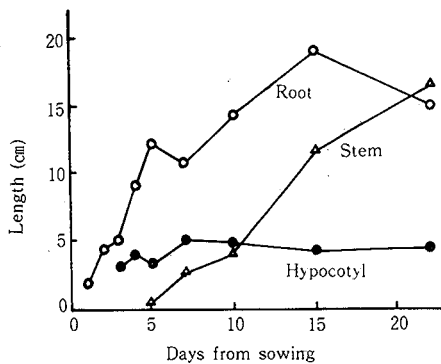


Fig. 2. Changes in length of hypocotyl, stem and seminal root.

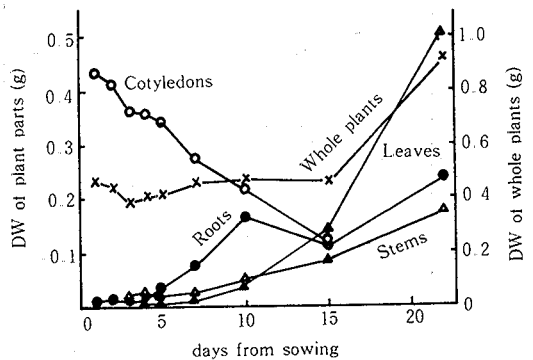


Fig. 3. Changes in dry weights per plant.

つづいて各部の乾物重の推移についてみると、第3図に示したとおり、子葉では播種後日数の経過に伴い減少した。胚軸では伸長とともに増加した後、いったん停止して一定の値を示し、その後、太さの増加とともにやや増加した。その他の部位では生育に伴って増加したが、5日目までの増加は緩慢であり、根では5日目以降、地上部では7日から10日目以降、急激に増加した。従って、全体としては3日目までは減少し、その後15日目まではゆるやかに増加し、以後、急増した。以上の結果は従来^{23,4)}の諸報告と一致していた。

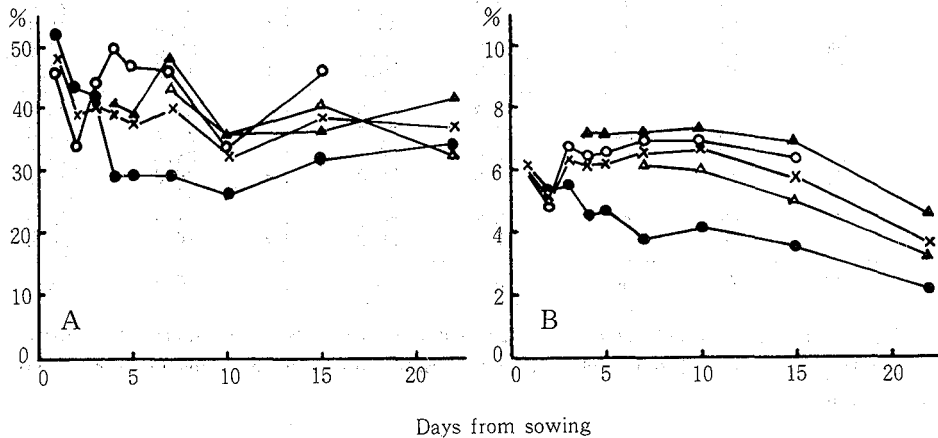


Fig. 4 Changes in total carbon (A) and total nitrogen (B) contents as shown in percentages of dry weight basis. Symbols are the same as those in Fig. 3

2. 体内成分

第4図に示したとおり、全炭素含有率は各部とも急速に生長を開始する時期にはいったん低下したが、その後は若干の増減を示しながらほぼ一定の水準を維持して、従って含有量としては乾物重の推移に対応した推移を示した。これに対し、全窒素含有率は概して各部の伸長、発達に伴って次第に低くなる傾向を示したものの、全体の含有量からみれば、7日目以降は増加傾向に転じており、この時期から急速に発達した根系による窒素吸収が旺盛になることを示唆していた。なお2日目から3日目にかけての子葉における含有率の増加は、出芽に伴うクロロフィル形成と関連しているものと推察される⁶⁾。

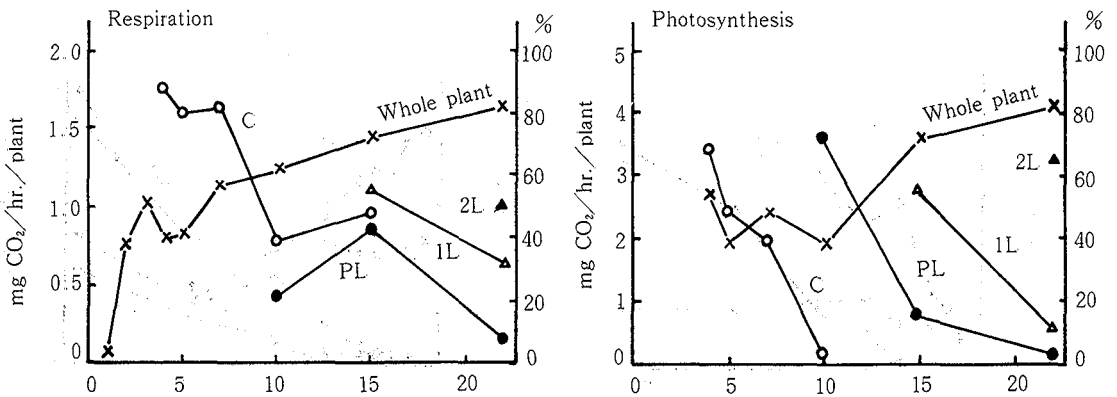


Fig. 5. Changes in respiration and photosynthesis per plant and the percentages of those in various plant parts to the whole plant. C : Cotyledons, PL : Primary leaves, 1L : First trifoliate leaves, 2L : Second trifoliate leaves

3. 炭酸ガス代謝

炭酸ガス代謝に関する結果を第5図にもとづいて述べると、まず呼吸量は全体としては播種後3日目まで急速に増加し、それ以後はゆっくりと増加した。そして各部の全体に対する割合は播種後7日目までは子葉の占める割合が最も高く、その後、上位葉の展開に伴って順次、上位葉の占める割合が高くなる傾向が認められた。なお、乾物1グラムあたりでは各部位とも初めに高く、発達に伴って次第に低くなる傾向にあった。

次に光合成は子葉が展開した4日目から認められ、10日目以降は順調に増加した。そして全体に対する各部位の割合は呼吸の場合と同様に、順次上位葉の占める割合が高くなっていった。単位葉面積あたり光合成速度は山形曲線を描くような推移を示すことが示唆され、この点から活動中心が順次、上位葉へと移行する様相が推測された。

II. 第2実験

第2実験の結果は第1表に示した。これによると、主茎長については10日目までの子葉切除、10日目以降の初葉切除区で対照区より低く推移し、第1葉、第2葉切除区でも対照区より低く推移した。しかし、主茎節数や主茎葉数、分枝数におよぼす影響については一定の傾向を認めることができなかった。また子実収量については10日目までの子葉切除区で対照区より低くなっていた。これらの点から考えて、さらに補償作用の面から追究する必要性が感じられた。ただ、この実験の問題点として、玉錦のような秋ダイズを1/5000 aのポットに2個体栽培した場合、対照区でも生育量が小さく、品種本来の特性が十分に発揮できず、そのため、処理区では切除後の補償作用によって対照区に匹敵できるほどに生育が追いついたためではないかと推察された。従って、この点の実証については、改めて圃場条件下で行ったうえで、さらに詳細に検討されるべきであろうと考えている。

総 括

以上の結果を総合的にまとめてみると、ダイズの種子は播種後、吸水開始に伴って直ちに呼吸作用が営まれ、貯蔵養分を消費して、幼根、胚軸を伸長させる。そして子葉が出芽し、クロロフィルが形成されて、展開すると直ちに子葉が光合成を開始し、初葉が展開して光合成を十分に行えるようになる10日目頃まで貯蔵養分を消費しながらもなおその分を補えるぐらいの光合成作用を営むものであると推察される。そして、その後は順次展開してくる上位葉の活発な光合成活動とともに、その役割を終え、15日から20日目頃に脱落するものようである。また地下部においては、発達した2次根による窒素吸収が7日目頃より活発になり、この窒素の供給によって、地上部生長も急速に進展を始めることとなるので、一応この時期をもって離乳期とみる事ができるものと思われる。しかしこの時期はなお子葉の光合成が活発に営まれており、イネなどのように単に離乳期という用語をあてはめることは難しいものようである。

なお、発芽から初期生育時にかけて、各部がいろいろな障害を受けるような場合、とくに発芽初期に子葉が損傷を受けた場合には、次の葉が展開するまではこの光合成を補償する場がないので、その後の生育に及ぼす影響も大きくなることが予想されるが、この点の解明については今後待ちたい。

引 用 文 献

- (1) 浅沼興一郎・中 潤三郎・木暮 秩：秋ダイズにおける乾物生産と栽植密度との関係、香川大農学報，28，11-18 (1977)。
- (2) BURRIS J S, WAHAB A H and EDJE O T : Effects of seed size on seedling performance in soybeans I. Seedling growth and respiration in the dark. Crop Sci, 11, 116-117 (1971)。
- (3) BURRIS J S, EDJE O T and WAHAB A H : Effects of seed size on seedling performance in soybeans II. Seedling growth and photosynthesis and field performance. Crop Sci, 13, 207-210 (1973)。
- (4) MCALISTER D F and O A KROBER : Translocation of food reserves from soybean cotyledons and their influence on the development of the plant Agron J. 26, 525-538 (1951)。
- (5) 佐藤 庚・池田 武・大友健二：日長・温度に対する大豆の生育反応，第5報 大豆の初期生育における部位別の生長と温度との関係，日作東北支部報，22，97-99 (1979)。

(6) 佐藤 庚・池田 武・皆川 知：登熟から発芽までの大豆子葉の内部構造の変化，日作紀，52，65-72 (1983)。

(7) 志田庄二郎・檀上 勉：マメ科作物種子の発芽に

ともなり子葉の変化について，第4報 ダイズの初期生育と子葉貯蔵養分の消化ならびに同化組織への変化，宮崎大農研報，18，325-334 (1971)。

(1986年10月31日 受理)