

1 環境の違いによる光合成産物の最適配分とは

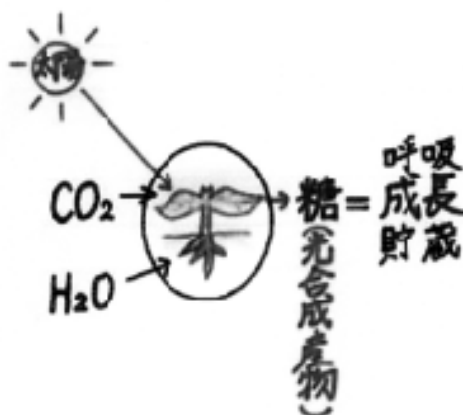
1 研究の動機

昨年の研究では、群落状態で生えているセイタカアワダチソウが何日も雨が降らないのに生き続けていることが不思議で、その強さの秘密を葉の面積、葉や茎の乾燥重量の違いについて孤立して生えているものと比べて調査した。その結果、同じ種類の植物でも、生育する環境が違っていると、光合成産物の配分の仕方を変えることで生きぬいていることが分かった。

今年は、葉や茎の各部分を別々に見るのではなく、地下部の根も含めて全体の中で占める割合を探り、植物成長の仕組みを解き明かしていこうと考えた。

2 研究の目的

光合成の主な場所は葉であることから、植物の成長に大きな影響を与える、葉の占める割合が重要になってくる。そこで、次のような仮説をたてた。



光合成でつくられた糖は、成長していくにつれ、根・茎・葉等どここの部分にも均等に分配されるのではなく、同じ種類の植物でも環境の違いによって、最適な分配の仕方があるのではないかと。

そして、この仮説を確かめるために下の3つのことを考えた。

(1) 1年生草本「ヒマワリ」の成長における光合成産物の最適配分の調査

昨年はキク科の多年生草本「セイダカアワダチソウ」について、調査したが、今年は更に同じキク科の一年生草本「ヒマワリ」を使って材料に日なたと日陰、群落密度の違いを人工的に作り出し、光合成産物の配分のされ方の違いを葉面積・乾燥重量から調べる。

(2) 環境の違いを照度、温度、湿度から調査

生育環境（日なたと日陰、群落状態、孤立状態）の違いをエコログを使って、温度・湿



度・照度に分け数量化し、環境の違いと成長の関わりを考察する。

(3) 多年生草本「セイダカアワダチソウ」の成長における光合成産物の最適配分の調査

昨年行った地上部（葉・茎）葉面積、乾燥重量に加え、今年度は地下部である根の乾燥重量も含めることで、植物全体の中で各部分の占める割合をそれぞれ計算し、光合成産物が、群落密度の違いにより、どこに最も多く配分されるかを調べる。

3 研究の方法と内容

(1) 1年生草本「ヒマワリ」の成長における光合成産物の最適配分の調査

実験に使うヒマワリの種類はピクスマイルという約10週間で花を咲かせるものを選んだ。これを同じ畑の土地に2m×1mのフィールドを3カ所作り、日なたで単体で育てるもの、日なたで群落状態（100粒植え間引きしていく）で育てるもの、日影で群落状態で育てるものをセットし、1週間毎に葉面積、茎の大きさ（D1D2H）根の大きさ、各部の乾燥重量を記録していく。

実験方法：理科研究発表論文集2003版p.39



図2 生育環境（日当たり、群落密度）を変えた実験

まず葉面積の週変化は、下の図3のようになった。

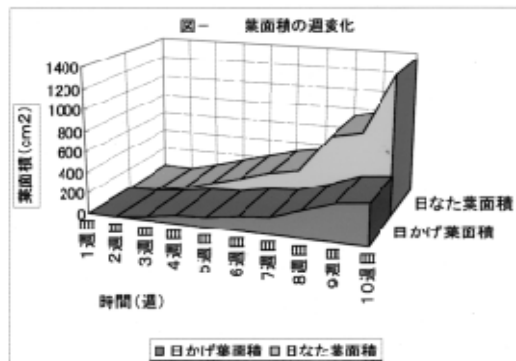


図3 葉面積の週変化

地上の葉面積だけを見ても双葉から本葉が出て大きくなる3週目ぐらいから大きな差が出てきた。特に7～8週目をこえる頃から日なた群落のほうは急激に増えているが日陰群落の方は伸び率が変わっていない。植物の成長に重要な役割となる光合成器官である葉の面積の差が、そこで作った光合成産物の行方に、どう影響しているのかを、乾燥重量を量り、全乾燥重量中に占める全葉面積の比を計算すると下の図4のようになった。

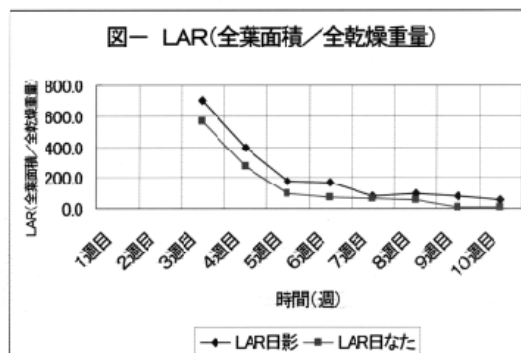


図4 日なたと日影の葉面積比
葉面積比 = (全葉面積) ÷ (全乾燥重量)

この値が大きいほど植物全体の中で葉に配分される割合が高い。図3の葉面積だけを見ると日なた群落が10週目には約3.4倍あり、光合成産物の大部分が葉に配分されたように見えるが、葉面積比はわずか9.8で日陰の約6分の1になっている、このことは、日なた群落では葉で作った光合成産物の大部分を葉以外の器官へ配分していることを示している。

では、どこに光合成産物を配分していたのか各部分ごとの乾燥重量が全体の乾燥重量の中で占める割合で見ていくと次のページの図5に示すようになった。

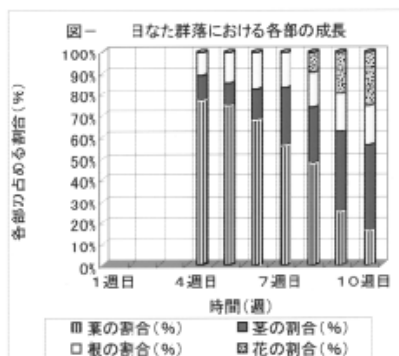


図5 日なた群落における各部の成長

図5からわかるように日なた群落では、4週目以降、葉の面積は増えているにもかかわらず、植物全体の中で葉の占める割合を急激に減らしてきている。したがって、1年生草本ヒマワリは、日なた群落の環境下では、成長するにつれて葉の占める割合をぐっと減らし、その分、茎を太らせたり、花を大きくしたりするのに、光合成産物が使われていることが分かった。

(2) 環境の違いを照度、温度、湿度から調査

中学校からエコログという環境測定装置をお借りした。この装置は、照度・温度・湿度を同時に連続できるため、環境の違いを、同じ時間に観測し比較することができると思った。下の図6は牛乳パックの2面を切り抜き、残った2面も風が通るようにした上でエコログを下から10cmぐらいのところに取り付けた簡易百葉箱である。



図6 牛乳パックを使った簡易百葉箱

この簡易百葉箱を、日陰群落、日なた群落の根際の部分、日なた単体の根際の部分に置いて環境の違いを、数量化していった。

図7のように、群落密度が高くなるにつれて、根際の方から枯れ上がりが進んでいたことを、照度、温度、湿度の値から考えてみると、ヒマワリの上では、4500Luxをこえた回数が1日に13回

(30分毎の測定)に対して群落の葉の下では、5回だけだった。すなわちに100パーセント光が当たったとして、群落の下にはその38.5%の光しか入ってきていないことになる。セイタカアワダチソウのフィールドでは、群落密度が高くないうにつれ、群落内の湿度が高くなり、温度は低くなっていた。

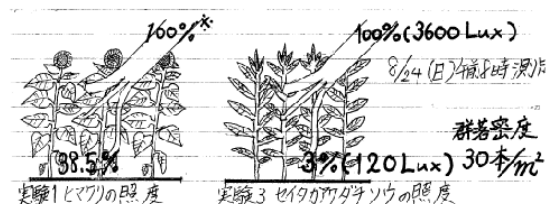


図7 平成15年8月24日の出より日の入りまで測定した結果
(3) 多年生草本「セイダカアワダチソウ」の成長における光合成産物の最適配分の調査

1年生草本と比較して多年草のセイダカアワダチソウが、成長するにつれ、光合成産物をどのように最適配分するかを探った。

図8は、1m²中にセイダカアワダチソウが、2本、10本、20本、30本になるように間引きをして実験フィールドである。実験は、(1)と同じ方法で行い、1年生草と比べてみた。

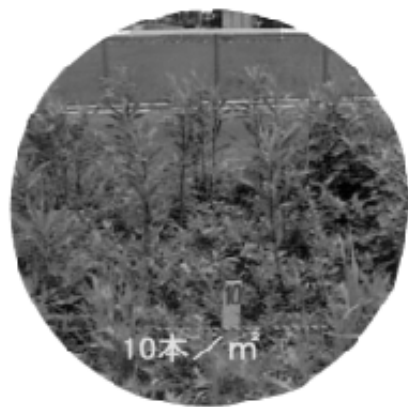


図8 多年生草本セイダカアワダチソウの実験フィールド

次のページ図9は、実験フィールドを設定してから5週間後の各部の乾燥重量を測定してみると、群落密度が2本/m²、10本/m²、20本/m²、30本/m²になるにつれて葉の占める割合を少しずつ減らし、根の占める割合を増やしてえることが分かった。

しかし、群落密度が変わっても光合成産物の配分の差は、1年生草本のヒマワリほど極端には見られなかった。

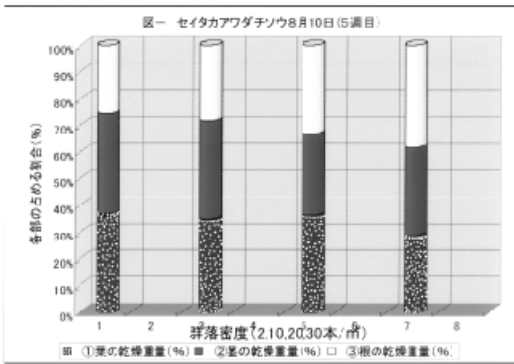


図9 5週後の各部の乾燥重量

下の図10は、フィールドセットしてから7週目の群落密度が1番低い2本/m²、群落密度が1番高い30本/m²を比べたものである。

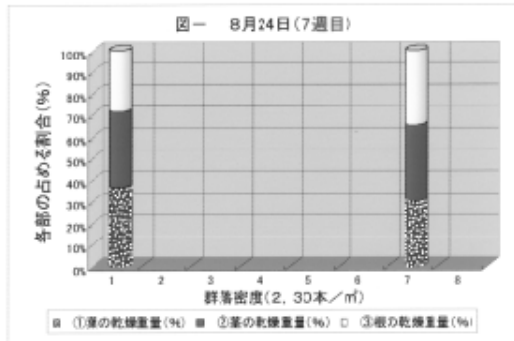


図10 7週後の各部の乾燥重量

群落密度が1番低い2本/m²と群落密度が1番高い30本/m²では、植物全体の中で占める茎の割合は35.0%と35.6%となり、ほとんど差はなかった。

違いが出たのは根の割合を増やし葉の割合を減らした点である。30本/m²の1本が葉の割合が少ないのに葉面積比が高くなっているのは、下のほうの葉が枯れて上がってきて、背丈を高くして上の方に新しい葉をつけているからである。

1年生草本であるヒマワリと多年生草本のセイタカアワダチソウを比べると・・・、

春に(平成15年5月4日に種まきをした)芽生えて、夏に花を咲かせ、種子を作り、枯れてしまう一年草であるヒマワリは、光合成産物は、茎を太くし、次の子孫を残すための花を大きくすることに栄養分を後半は使っていた。

これに対し、多年草であるセイダカアワダチソウは、地下部である根に時間とともに光

合成産物を配分していることが分かった。いずれも「いのち」を次の世代に残すためであることがわかった。

4 感想

ヒマワリが、まわりの環境の違いによって、光合成産物の最適な配分の仕方が多少異なるとは思っていたけれど、毎週ヒマワリの変化を追って見ていったときに、日なたと日陰では、根の太さや広がり、茎の大きさ、葉面積などのすごい違いに驚きました。この時、ぼくは同じ種の植物でも、その環境を生きのびていくために姿を変えることから、植物は常に動かないイメージと全然違うものだと思いになりました。また、ヒマワリなどの一年草は、光合成産物で茎を太くし、花を大きくすることに主に使うことで、1年で花を咲かせ、種子を作り、子孫を残すことに全力を注いでいるんだなと思いました。また、セイタカアワダチソウの群落密度の違いによる光合成産物の最適な配分の仕方では、昨年調べられなかった地下部の測定を今年実験してみると、多年草のセイタカアワダチソウは、極端な変化は見られませんでした。これは花を咲かせるのに年を越していく多年草のため、安定して、光合成産物を配分しているからかなと思いました。そして調べていくうちに群落密度の高いものほど、根に光合成産物を配分していくことが分かったとき、これまでの実験・観察は大変だったけれど、その分とても嬉しかったです。僕はこの研究のために、南部中学校の先生や、紹介していただいた都立大の鈴木準一郎先生のアドバイスもあったため、とても助かりました。多くの先生方に深く感謝しています。またこれからも植物成長の秘密を解き明かしていきたいと思います。

5 参考にした本

- ・ 個体・個体群の定量分析・・・鈴木準一郎著
東京都立大学理学部研究科
- ・ 牧野植物図鑑・・・牧野富太郎著北隆館
- ・ 植物観察会ノート・・・鈴木満帆著