

牧章の乾物生産6.

誌名	日本草地学会誌
ISSN	04475933
著者	梶, 和一 窪田, 文武 鎌田, 悦男
巻/号	18巻4号
掲載ページ	p. 283-291
発行年月	1972年12月

牧草の乾物生産

第6報 草地における群落光合成測定手段としての同化箱法の検討

梶 和一・窪田文武・鎌田悦男

農林省草地試験場山地支場（長野県北佐久郡御代田町）

草地における生産管理技術の理論的基礎となる牧草の乾物生産に関する研究は、草地という概念からみて群落を対象にした解析手法をとらなければならない。草地群落へのアプローチの手段はいろいろ考えられるが、乾物生産解析の有力手段である光合成、呼吸の測定については、群落レベルでの方法が未だ確立していないのが現状である。一方、すでに第5報では⁸⁾、群落の乾物生産量の推定、解析を群落のCO₂収支に基礎をおいて算出するための乾物生産式を創出した。この式の有効な活用を計るには、群落光合成量、呼吸量の測定方法を早急に確立する必要がある。本実験では、このような観点から、草地における群落光合成の測定法について検討したものである。

作物の群落光合成を測定する手段としては、HEINICKE (1937)²¹⁾やTHOMAS(1937)²²⁾によって開発され、以来広く利用されている同化箱法と近年急速に開発されつつある微気象的方法^{4, 10, 26)}とがある。両者ともそれぞれ長所、短所が指摘されているが²⁶⁾、従来からの同化箱法の場合は、同化箱内に対象作物を閉じ込めるために、箱内の環境条件と植物体の状態が不自然となって正確に光合成能力を測定することができないという欠陥が指摘されてきた²⁰⁾。そこで最近では、同化箱内の環境をより自然に近い状態にするために同化箱を大型化し、送気量を多くするとともに同化箱内の温湿度を調節する試みが水稲^{17, 21)}や畑作物^{8, 9, 15, 18, 25)}などでおこなわれるようになってきた。その結果、乾物生産量の実測値とCO₂収支から求めた計算値とがかなりの精度で対応することが明らかになってきた^{17, 21, 25)}。本研究でも、第1報¹⁾において同化箱法による長期連続測定をおこなった結果、乾物の実測値に対してCO₂収支からの計算値が93%になることを報告した。しかし第1報では、人工群落を対象としたこと、同化箱が小型すぎたことなどから、果して草

地群落としての特長を十分につかみ得たかどうか疑問であった。そこで本報では、実際の草地内に大型同化箱をセットし、6日間の長期連続測定をおこない。その間における乾物生産量の実測値とCO₂収支からの計算値とを比較することによって群落光合成測定手段としての同化箱法を検討した。

材料と方法

1) 供試材料：実験材料としてペレニアルライグラス (*Lolium perenne* L.)を供試し、これを1971年5月10日に圃場に播種し、その後実験開始日（1971年6月30日）まで、できるだけ均一な草地になるように肥培管理した。肥料には草地化成(2-1-2)を基肥として50 g/m²施用した。

2) 乾物重、葉面積の測定：連続測定開始時（6月30日）と終了時（7月6日）に50×50 cmの方形框を用いて各8点ずつ、地下部も掘上げてサンプリングし、部位別乾物重、葉面積を測定するとともに、層別刈取と群落内の相対照度について調査した。

3) 群落光合成量、呼吸量の測定：群落光合成量の測定は、同化箱法により6月30日(12:00)から7月6日(12:00)まで毎日早朝から日没まで連続的におこなった。群落呼吸量(土壌+植物体地上部の呼吸量)は、日中定期的に同化箱に暗幕をかけて測定する外、夜間における群落呼吸量の変化を7月4日から5日にかけて連続測定した。また土壌呼吸に影響されない植物体の真の呼吸量(植物体呼吸量)を把握するために、6月30日と7月6日の両日に植物体を掘あげ、水洗した材料について温度を10~30℃まで変えて呼吸量を測定した。いずれも通気法(開放型同化箱法)²⁵⁾によりおこない、測定中は送気量の外、日射量、照度、同化箱内と同化箱外の草地(以下箱外草地とする)の気温、葉温、地温、相対

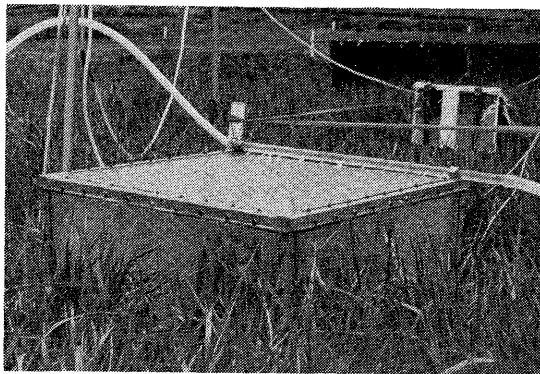


Fig. 1. The assimilation chamber installed in forage plant population

湿度を自動記録させながら測定した。

同化箱は、厚さ 3 mm のアクリル樹脂製 (透光率約 0%) で、容積は 50×50×40 cm のものを供試した。同化箱のセットは予め草地に同化箱固定用の受框を 10~15 cm の深さに埋設しておき、受框の周囲の溝 (巾、深さも 2 cm) にパテをおき、両者が簡単に密着できるようにした。同化箱の構造は、セットした場合に北側に当る側面の下端、左右 2ヶ所に空気を供給する入口を設け、この入口から群落内部まで小さな穴をたくさんあけたビニールホースをさし込んで群落下部より均一に空気供給するようにした。また空気の排出口は、供給口と同じ側面の upper 部分に規則的に小さな孔をあけ、それらを集めて 1ヶ所から吹き流すようにした。送気には 16,000 l/hr の送気能力をもつコンプレッサーを使用し、CO₂ 分析用の空気は、エアポンプ (1.2 l/min) を使い空気供給口と排出口からそれぞれ細いビニール管で赤外線ガス分析計 (日立一堀場 EIA 型) まで導いて分析に供した。また同化箱内の温度の調節は、同化箱上にかへ流す水道水 (約 15°C) の水量を適宜調節することによっておこなった。さらに同化箱内の CO₂ 濃度条件が適正であるかどうかを検証するために、同一草地内の CO₂ 濃度の実態を定期的に調査するとともに、送気量を変えて同化箱内の CO₂ 濃度が群落光合成量におよぼす影響についても検討した。

4) 乾物生産量の計算方法: 同化箱法によって測定した群落光合成量は、みかけの光合成量 (P_a) である。真の光合成量 (粗光合成量 P_g) をもとめるには、 P_a に群落呼吸量 (土壌+植物体の呼吸量 R_a) を加えればよい。す

なわち $P_g = P_a + R_a$ となる。また純生産量 (P_n) は、 P_g から植物体のみの呼吸量 (R) を差し引くことによって得られる ($P_n = P_g - R$)。この場合、 P_n は CO₂ 重量で測定されているので、これを乾物の形にするには、 P_n に CO₂ の乾物換算率 (0.61) を乗じなければならない。すなわち、乾物純生産量 (ΔW) は、 $\Delta W = 0.61 (P_g - R)$ で示される。ところでこの式から ΔW を求めるためには、植物体の呼吸量 (R) について推定することが必要となる。 R は毎日の乾物重 (W) に呼吸速度 (r) を乗じて得られるが、連続測定期間中、1日単位の乾物重を実測していないので、 R の推定はかなりむずかしい。第1報では¹⁾、便宜的に測定開始時と終了時の乾物の実測値から測定期間中の1日当りの平均純生産量を求め、その分だけ乾物重を加算する方式によって1日毎の R を推定した。この方式では、日によって純生産量が現実異なるにもかかわらず、それらが考慮されない欠点があるので、正確な計算値を得ることはむずかしいと考えられる。

そこで本実験では、第5報⁹⁾において創出した乾物生産式(10)、CGR 式(11)によって連続測定期間中、1日毎の純生産量 (日乾物生産速度) を求めるようにした。

$$W = \frac{P}{r}(1 - e^{-rt}) + W_0 e^{-rt} \dots \dots \dots (10)$$

$$W' = P e^{-rt} - r W e^{-rt} \dots \dots \dots (11)$$

P = 群落光合成量 (P_g 乾物換算粗光合成量 g/day)

r = 呼吸速度 (乾物換算呼吸速度 g/g/day)

W = 乾物重 (現存量)

W_0 = 測定開始時の乾物重 (初期値)

W' = 日乾物生産速度 (CGR g/day)

t = day (1日単位)

(11)式および(10)式の各パラメータに1日ごとの実測値を代入していけば、毎日の乾物重 (W) と乾物純生産量 (ΔW) を数値計算することができる。

結果と考察

1. 群落光合成の測定条件

1) 同化箱内外の環境条件の比較: 同化箱内と箱外草地の気象条件を比較するために、第2図には、1例として快晴日 (7月3日) における日射量、同化箱内外の気温、葉温、相対湿度についての測定結果を示した。第2図から、同化箱内の気温、葉温は箱外のそれに比べて大差なく、その差は気温の場合 $-0.66 \pm 1.47^\circ\text{C}$ でやや低目に維持できたことがわかる。地温についても同様の傾向がみとめられた。また相対湿度は、箱内の方が箱外よりやや高い条件 ($7.1 \pm 4.3\%$) を維持することができた。

注) 乾物の主たる構成成分を $(C_6H_{10}O_5)_n$ と仮定した場合、吸収された CO₂ 1g からできる $(C_6H_{10}O_5)_n$ の比率は 0.61 であるから 0.61 を CO₂ の乾物換算率として用いる場合が多い¹⁰⁾ ので、本実験でもこの値を採用した。

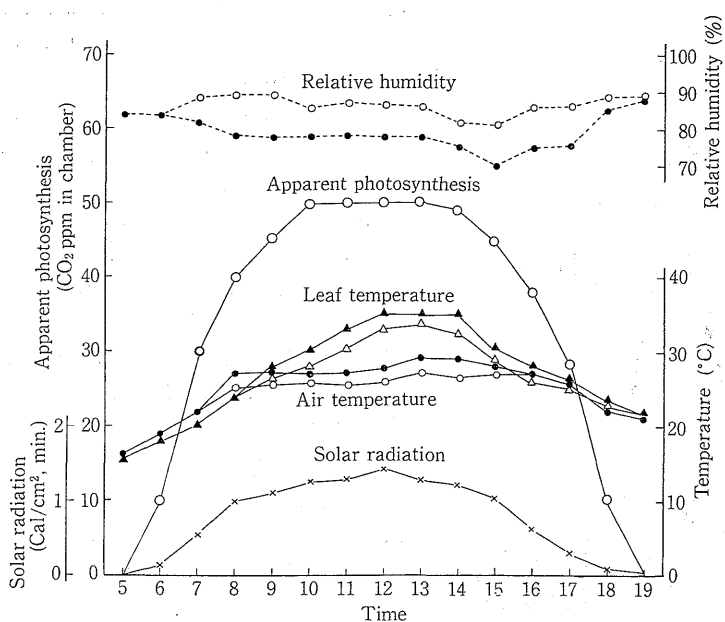


Fig. 2. Diurnal changes of apparent photosynthesis, solar radiation, air and leaf temperature and relative humidity on July 3.

●—●—●—● Outside the chamber
○—○—○—○ Inside the chamber

本実験では、水道水を箱上にかけ流す方式によって温湿度の調節をおこなったわけであるが、制御が効果的であったのは、冷水を量的に任意に調節できたためと考えられる。従来、大型同化箱法ではクーラーによる温度制御がおこなわれているが^{6,9,17,18,21,25}、この場合、箱内が乾燥気味になるために光合成能力の低下をまねき易く、加湿操作が必要とされている。水量の加減によって箱内の温湿度の調節が比較的たやすくおこない得たことは、群落光合成測定技術として水かけ方式は有効な手段と考えられる。

次に箱内の光の強さは、箱外より約1割近い減少を示したが、これは同化箱の材質による影響が主で、水のかけ流しによる影響はさほどみとめられなかった。同化箱法による限り箱内光環境の多少の悪化はまぬがれないところと考えられる。

2) 群落光合成量の日変化: 第2図に、日射量とみかけの群落光合成量(CO₂濃度 ppm で表示)の日変化を示した。図から日射量とみかけの群落光合成量とは密接な関係を示し、日射量が 1.2 cal/cm², min. [以上となる 10:00~14:00 の間では、光合成量が飽和現象を示すことが明らかである。これは7月3日²の LAI が 3.7 前後であり、群落として過繁茂の段階に達していなかったためと考えられる。また一方、本実験では、測定期間中、

水稻などで^{11,16,23}指摘されている光合成の日中低下現象はみとめられなかった。この点は夏作畑作物を材料として光合成の日変化をみた村田¹⁵や玖村⁹の結果、および牧草を材料にした第1報¹の結果と一致するものである。光合成の日中低下現象が作物の種類にまつわる属性なのか、同化箱内の温度条件を自然に近い状態に維持したための効果¹⁹なのかは、今後なお検討を要するところである。

3) 送気量: 送気量は、同化箱内の CO₂ 濃度の変化を通じて群落光合成量に与える影響も大きいので^{21,24,25}、本実験では同化箱内の CO₂ 濃度の目安を箱外草地の実態に合わせるような方式^{18,25}をとった。つまり自然群落内の CO₂ 濃度を基準にしてそれに見合う濃度を同化箱内

に実現するように送気量を調節した。

ところで群落内における CO₂ 濃度は垂直的な濃度変化を示しているので^{9,5,12,13}、どの層の CO₂ 濃度を基準にすべきかが問題であり、検討を要するところである。そこで本実験では、まず供試草地の CO₂ 濃度の垂直分布について調査した。第3図には、1例として7月4日における日中(正午前後)と夜間(9時~10時)の調査結果を示した。図から、日中光合成を営んでいるときの CO₂ 濃度の垂直分布は葉量が最も多い中間層(地表から 10~15 cm の高さ)のところで最小値を示し、群落上あるいは夜間の CO₂ 濃度より 50 ppm 前後少なくなることが明らかとなった。このことは、自然群落といえども日中はかなりの CO₂ 濃度低下をきたすことを示すもので、同化箱内への空気供給量をむやみに増すことは、かえって不自然な CO₂ 濃度環境をもたらす可能性さえあることを意味する。したがって、同化箱内 CO₂ 濃度の目安は、自然群落内で最も盛んに光合成を営んでいる葉層の CO₂ 濃度を基準にして送気することが適正な方法ではないかと考えられる。もちろん同化箱内と自然群落とでは、たとえ CO₂ 濃度が近似していたとしても、CO₂ フラックスや風速などがかなり異なるので^{25,26}、より良い方法は今後の検討課題といえよう。

以上から、箱内濃度の目安とすべき群落葉層の位置が

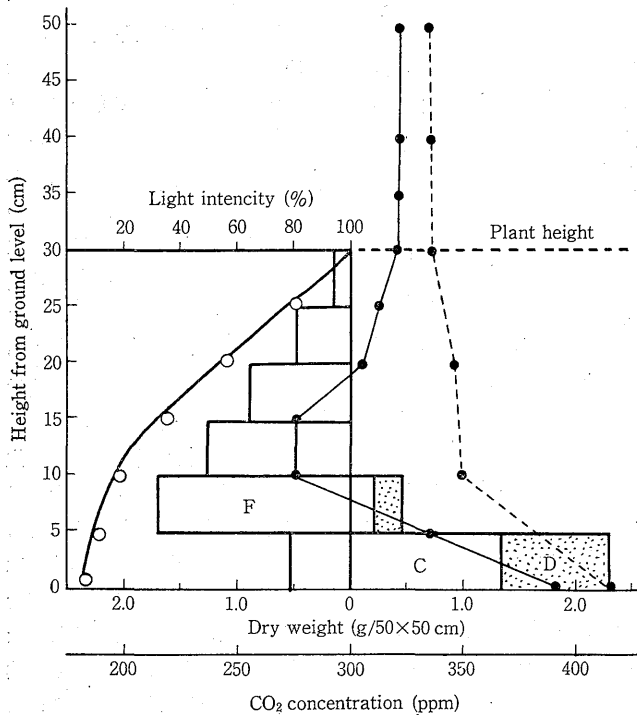


Fig. 3. Vertical distribution of CO₂ concentration, relative light intensity and leaf amount in perennial ryegrass population on July 4. F, the photosynthetic system; C, the non-photosynthetic system; D, the dead part; Solid line, vertical distribution of CO₂ concentration in daytime; Broken line, vertical distribution of CO₂ concentration in nighttime.

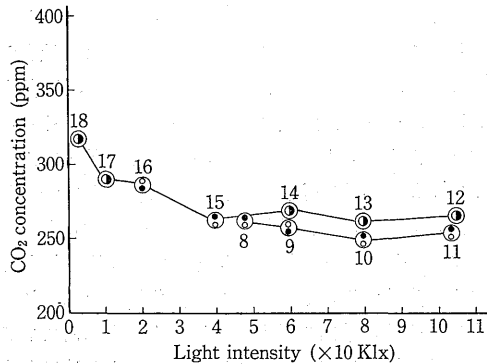


Fig. 4. Diurnal changes of CO₂ concentration inside the chamber and in the population outside the chamber on July 4. Numbers on the line indicate the time of the day.
 • CO₂ ppm in the population outside the chamber
 ○ CO₂ ppm inside the chamber

明らかとなったわけであるが、自然群落内の CO₂ 濃度の絶対値は、光や風速の条件によっても常に変化するので^{3,4,12,13}、その都度送気量を調節する必要があるかどうかの検討がさらに必要となる。そこである時点で箱内の CO₂ 濃度を箱外草地のそれに合せて送気量を調節した場合、その後の両者の CO₂ 濃度の日変化がどうなるかを検討したのが第4図である。図から時刻によって光条件が異なるにもかかわらず、両 CO₂ 濃度ともそれに応じて変動し、両者の差は連続測定期間中に測定した 25 点についての検討結果では、 0.85 ± 7.41 ppm であることが明らかとなった。風速については測定しなかったの、さらに検討を要するところであるが、光条件に限って言えば、変動する光条件下で送気量をその都度調節する必要はないものと考えられる。

次に第5図は、測定期間中の箱内と箱外の CO₂ 濃度差 (0.85 ± 7.41 ppm) が群落光合成に対してどの程度の差をもたらしかについて送気量を変えて CO₂ 濃度と群落光合成量との関係を検討して示したものである。図から同化箱内の CO₂ 濃度が 270~320 ppm の範囲内では群落光合成量にそれほどの影響を与えないことが明らかである。本実験期間中の同化箱内および箱外草地の CO₂ 濃度の最小値は 270 ppm (大気中の CO₂ 濃度 320~330 ppm に比べて 50~60 ppm の減少度) 以上

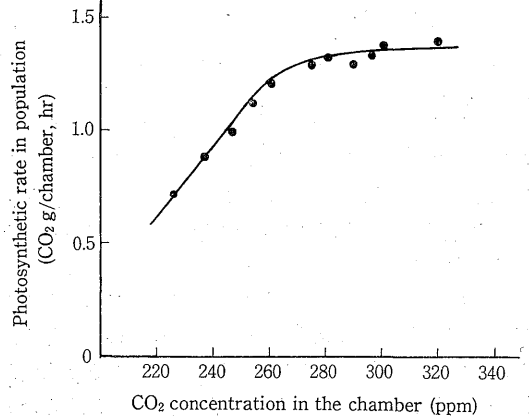


Fig. 5. Relation between CO₂ concentration inside the chamber and the rate of photosynthesis in population under 1,2 Cal. cm², min. light condition on July 4.

であったことから判断すると、測定期間中の箱内と箱外との CO₂ 濃度差(0.85±7.41 ppm)は群落光合成量に対してさほど影響しなかったものと推定される。

4) 葉面積指数と吸光係数：第1表に示したように、測定期間中の LAI は 3.08 から 4.25 に増大しているが、吸光係数(K)はほとんど変化がみられず、 $K \approx 0.6$ であった。また光条件は地表面相対照度が 16% から 5% へと減少したが、終了時でも地表まで光が透入していた状態からみて、連続測定材料としては適当な生育段階にあったと考えられる。

2. 乾物生産量の実測値と CO₂ 収支から求めた計算値との比較

1) 乾物生産量の実測値：第1表に連続測定開始時と終了時における部位別乾物重について測定した結果を示した。表から乾物重は、連続測定期間中 70.8 g から 100.0 g まで増加し、差し引き 29.2 g/50×50cm/6 days、すなわち 19.6 g/m², day の純生産量となり、寒地型牧草としてはかなり高い値を示した。これは、LAI が最大となる前の旺盛な生育段階であったためと考えられる。

2) 群落光合成量、呼吸量の測定値からの乾物生産量の推定

a) 植物体の呼吸速度：土壌呼吸に影響されない植物

体の真の呼吸量を把握するために、本実験では、測定開始時と終了時に水洗した植物体について呼吸速度を測定した。その結果を第2表に示した。呼吸速度は、地上部、地下部、個体とも開始時は終了時よりやや高いが、その差はきわめて小さいことがわかる。そこで本実験では、

Table 1. Changes in dry weight(g/50×50 cm), leaf area index and relative light intensity near the ground during the experimental period.

Date	June 30(A)	July 6 (B)	B-A
Leaf and stem	53.2	78.9	25.7
Stubble and root	17.6	21.1	3.5
Whole plant	70.8	100.0	29.2
Leaf area index	3.08	4.25	1.17
Relative light intensity(%)	16.7	5.1	11.6

Table 2. Changes of respiratory rates(mg CO₂/g dw, hr at 25°C) during the experimental period.

Date	June 30	July 6	Mean
Leaf and stem	3.85	3.65	3.75
Stubble and root	2.56	2.44	2.50
Whole plant	3.52	3.30	3.41

Table 3. Daily respiratory rates (g dw/g dw of plant, day) corrected by mean air temperature based on the values in Table 2.

Date	June 30	July 1	July 2	July 3	July 4	July 5	July 6
Measuring time (hr)	12	24	24	24	24	24	12
Mean air temperature (°C)	17.5	16.0	15.7	23.9	23.3	23.3	19.0
Respiratory rates	0.022	0.025	0.024	0.047	0.045	0.045	0.017

Table 4. Changes in apparent and gross photosynthesis, respiration in chamber during the experimental period.

Date	June 30	July 1	July 2	July 3	July 4	July 5	July 6
Measuring time of photo. (hr)	6	12	12	12	12	12	6
Solar radiation	240	253	99	495	405	455	225
Respiration in chamber (R _a)	0.93	1.49	1.12	2.91	2.98	2.91	1.42
Apparent photosynthesis (P _a)	3.36	4.25	3.26	6.09	5.41	5.28	3.91
Gross photosynthesis (P _g)	4.29	5.74	4.38	9.00	8.49	8.19	5.32

Solar radiation(Cal/cm², 6 or 12 hr)
Photosynthesis and respiration (g dw/50×50 cm, day)

両時期の平均値を植物体呼吸量の算出基礎にした。方法の項でもふれたように、乾物生産式によって乾物重を計算する場合の呼吸速度(r)は、1日に乾物1gが消費する乾物量(g)で示されるので、第2表の時間当り呼吸速度を日平均気温(1時間毎の気温を累計し平均した値)で温度補正し、1日当りの個体呼吸速度として算出して示したのが第3表である。なおこの場合、10~30°Cの範囲で測定した植物体の呼吸速度の温度係数(Q_{10})が2.25であったので、この比率で補正した。表から呼吸速度は、日によってかなり異なるが、これは主として、日平均気温の影響によるものである。

b) 群落光合成量と群落呼吸量: 群落における粗光合成量(P_g)を算出するためには、まず日中光合成時間中における群落呼吸量(土壌+植物体地上部の呼吸量 R_a)について明らかにする必要がある。第4表にはその結果を示した。この場合、日によって同化箱内の温度が異なるので、ここに示した群落呼吸量は、温度補正した値で示されている。補正の方法は、日中定期的に暗幕をかけて測定した群落呼吸量とその時の同化箱内の気温との関係から Q_{10} を求めておこなった。なお本実験では、1日の光合成時間を6:00~18:00の12時間としたので、群落呼吸量も12時間の値で示した。表から群落呼吸量は、日によって変動がみられるが、これは日中平均気温が異なるためと考えられる。この群落呼吸量にみかけの群落光合成量(P_a)を加えると P_g が得られる。第4表には P_a と P_g の算出結果も併せて示した。 P_a 、 P_g とも日射量と密接な関係を示し、日射量の多い日ほど P_g 、 P_a が大きいくことがわかる。

c) 乾物生産量の推定: 第3表、第4表に示した1日当りの呼吸速度(r)と群落粗光合成量(P_g)とを(10)式に代入して算出した乾物重(W)と(11)式に代入して算出した純生産量(ΔW 日乾物生産速度)を示したのが第5表である。表から W は70.8g/50×50cmを開始時の乾物重として6日目には97.7g/50×50cmになることがわかる。また ΔW は、日射量と温度との関係から日によって多少変動するが、一般的には日射量と密接な関係がみう

けられ、6日間における ΔW の総計は26.9g/50×50cmとなっている。第1表でみたように、実測値の ΔW は、6日間で29.2g/50×50cmであったことから、実測値に対する計算値の比率は、26.9/29.2=0.92(92%)となる。この値は、第1報¹⁾でおこなった算術的な積みあげ方式によって別途計算した値に比べて3%ほど高い値となった。このことから乾物生産式とCGR式による算出方法がより有効な方法のように考えられる。

いずれにしても本実験で実測値にかなり近い計算値を得ることができたのは、同化箱内の気温、葉温、湿度、CO₂濃度を自然群落の状態に近づけることができ得た効果と考えられる。また約8%の差が生じた原因としては、測定誤差の外、同化箱による光条件の悪化や群落の乱れ、葉の損傷などが考えられる。さらにCO₂の乾物換算率0.61が果して妥当なものかどうかとも問題となる。この値は乾物の主体を(C₆H₁₀O₅)_nとみなして計算した比率である。実際には(C₆H₁₀O₅)_n以外にタンパク質や灰分も含まれている。今、森本¹⁴⁾の分析データを基礎に可溶性無窒素物と粗繊維の和を(C₆H₁₀O₅)_nと考え、粗タンパク質中のCの比率を53%としてCO₂の乾物換算率を求めるとペレニアルライグラスでは0.66となる。この値を使うと第5表の ΔW の総計26.9gは29.1gとなり、実測値に対する計算値の比は99.6%となる。CO₂の乾物換算率については、生育段階や環境条件によっても異なるので、その都度分析して適正な換算率を明らかにすることが必要と考えられる。

以上の結果から、同化箱内の環境条件を箱外草地のそれに近づけて測定するならば、大型同化箱法によって測定した群落光合成量、呼吸量の値は、信頼のおけるものであり、草地の乾物生産解析の手段としてこの方法は有効であることがほぼ明らかとなった。

摘 要

本実験では、草地における群落光合成測定手段として的大型同化箱法を検討するために、ペレニアルライグラスの草地を供試材料にして開放型同化箱によって長期間

Table 5. Changes in dry matter weight (g/50×50 cm) and the amount of net dry matter production (g/50×50 cm, day) calculated from equation(10) and (11) during the experimental period.

Date	June 30	July 1	July 2	July 3	July 4	July 5	July 6	Total
Dry matter weight (W)	74.0	77.9	80.3	85.4	89.9	93.9	97.7	—
Net dry matter production	3.2	3.9	2.4	5.1	4.5	4.0	3.8	26.9

Dry matter weight (W₀) at start of this experiment was 70.8 g/50×50 cm.

群落光合成を連続的に測定し、測定期間中のCO₂収支から求めた乾物生産量と実測した乾物生産量との比較をおこなった。

その結果、実測値に対する計算値の比率は92%となり、かなりの一致が示された。これは、同化箱内の気象条件をできるだけ箱外草地のそれに近づけた結果と考えられる。すなわち本実験の場合、箱内と箱外との差を気温では $-0.66 \pm 1.47^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度では $7.1 \pm 4.3\%$ 、CO₂濃度では $0.85 \pm 7.41 \text{ ppm}$ に維持することができた。

以上の結果は、同化箱内の気象条件をより自然に近い状態に保てば、草地における群落光合成の測定手段として大型同化箱は妥当であり、測定値は信頼性の高いものであることを立証している。

引用文献

- 1) 梶 和一, 窪田文武, 鎌田悦男: 日草誌 17, 217 (1972)
- 2) HEINICKE, A. J. and N.F.CHILDERS: Cornell Univ. Agri. Exper. Sta. Mem. 201, 3(1937)
- 3) INOUE, E.: J. Agr. Meteorol. 12, 138(1957)
- 4) INOUE, E., TANI, N., IMAI, K. and ISOBE, S.: J. Agr. Meteorol. 13, 121(1958)
- 5) INOUE, E.: J. Agr. Meteorol. 21, 137(1965)
- 6) 伊藤浩司・日作紀 33, 492(1965)
- 7) 吉良竜夫・生態学大系(第2巻)(吉良竜夫編), 朝倉書店. 257(1960)
- 8) 窪田文武, 梶 和一, 鎌田悦男: 日草誌投稿中
- 9) 玖村敦彦: 日作紀 37, 570(1968)
- 10) KEMON, E. R.: Agr. J. 52, 697(1960)
- 11) 松島省三, 山口俊二: 農及園 29, 787(1954)
- 12) MIDORIKAWA, B.: Jap. J. Ecol, 7, 72(1957)
- 13) MONTEITH, J. L.: Netherland J. Agr. Sci. 10, Suppl. 334(1962)
- 14) 森本 宏: 飼料学・養賢堂, 610(1968)
- 15) 村田吉男, 猪山純一郎: 日作紀 29, 151(1960)
- 16) 村田吉男: 農技研報 D 9, 1(1961)
- 17) MURATA, Y., A. MIYASAKA, S. AKITA and K. MUNAKATA: JIBP PP-Photosynthesis Level 111 Experiment 1966/67, 35(1968)
- 18) MUSGRAVE, R. B. and D. N. Moss: Crop Sci. 1, 37(1961)
- 19) 佐伯敏郎: 生態学大系(第2巻)(吉良竜夫編), 朝倉書店, 201(1960)
- 20) 作物の物質生産懇談会編: 作物の物質生産 5, 1(1967)
- 21) TAKEDA, T. and M. and M. YAJIMA: JIBP PP-Photosynthesis Level 111 Experiment 1971, 10(1972)
- 22) THOMAS, M. D. and G. R. HILL: Plant Physiol. 12, 285(1937)
- 23) 戸苅義次, 武田友四郎, 丸田 宏: 日作紀 24, 254(1956)
- 24) 戸塚 績: 植物学雑誌 79, 51(1966)
- 25) 戸塚 績: 化学と生物 9, 725(1971)
- 26) 内島善兵衛: 作物の物質生産 7, 2(1968)

(昭和47年5月28日受理)

Dry Matter Production of Forage Plants

VI. Examination of the chamber method for measurement of photosynthesis in forage plant population

Waichi AGATA, Fumitake KUBOTA and Etuo KAMATA

Alpine Farming Branch Station, National Grassland Research Institute (Miyota, Nagano)

Summary

This experiment was performed to examine the chamber method which is a means for measurement of photosynthesis in forage plant population or a sward.

Perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) was used as material in this experiment. Plant was sown on field at early May in 1971 and grown under ordinary fertilizer and soil moisture conditions till late June in 1971.

The assimilation chamber made of transparent acryl resin (light transmissibility of 90%) 50 cm in length, 50 cm in width and 40 cm in height was designed, and was set on the metallic frame buried in the ground surface of a sward during the measurement.

The regulation of the environmental conditions inside the chamber was conducted by controlling the volume of running water on the chamber and of supplying air into the chamber by means of compressor.

The measurement of photosynthesis in population was carried out continuously for 6 days from June 30 (12:00) to July 6 (12:00) by keeping the atmospheric conditions, e. g., temperature, relative humidity, and CO₂ concentration, inside the assimilation chamber similar to those in the sward surrounding the chamber.

On the other hand, the amount of dry matter production in the same sward was measured on June 30 and July 6.

The examination and the evaluation of the chamber method were made comparing the amount of dry matter production calculated from CO₂ balance with that obtained by direct field measurement during the experimental period (6 days).

The following results were obtained.

1) The results of this experiment showed that calculated value approximately agreed with observed value of the amount of dry matter production in perennial ryegrass sward.

2) As to the reason why calculated and observed values of the amount of dry matter production were approximately the same, it may be considered that the atmospheric conditions inside the chamber were maintained similar to the sward conditions outside the chamber, that is, the differences of air temperature, relative humidity and

CO₂ concentration inside the chamber and those in the sward were $-0.66 \pm 1.47^{\circ}\text{C}$, $7.1 \pm 4.3\%$ and 0.85 ± 7.41 ppm, respectively.

3) The results mentioned above indicate that the chamber method will be appropriate for measurement of photosynthesis in forage plant population or a sward and that the value measured by the chamber method will be reliable, if the conditions of temperature, relative humidity and CO₂ concentration inside the assimilation chamber were maintained similar to the sward conditions.

(J. Japan. Grassl. Sci., 18, 283~291, 1972)

書 評

A Manual for the Practical Study of Root-Nodule Bacteria
(IBP Handbook No. 15)

J. M. VINCENT, Blackwell Scientific Pub., 1970, pp. 164, ¥ 2.25

著者は、現在オーストラリアのニューサウスウェルズ大学微生物学教授であるが、早くから根粒菌の研究に従事し、菌の根粒形成能力に関係する血清学的性質や、菌の生存に関与する諸因子の解明に寄与してきた。

著者自身が述べているように、本書の意図は、根粒菌の研究に用いられる基本的な手法について知見を提供することであり、微生物の仕事になんらかの経験を持っている人に、バクテリアと高等植物との重要な共生関係に対して目を向けるための素地を与えることにある。

これまで、一般微生物学、あるいは土壤微生物学の実験書は何冊か出ているが、根粒菌だけをとり出してまとめられたものとしてユニークである。その意味では、従来舌足らずであった面もかなり適切に記述されている。しかし、なにぶん小冊子であるために、手引きとしての域を出ないのが惜しまれるが、必要によって文献を明示してあるので、調べる糸口を得ることが

できる。

根粒菌の培養的性質や、抗原性、ファージなど、根粒菌を扱うについての特徴的な実験領域や、また根粒形成に関する実験などに比較的注意を払っている。

内容は6章に分けられており、それぞれおもな項目を記すと以下のとおりである。

1. 根粒菌の培養、分離、および保存
 2. 根粒菌の性格…光学顕微鏡による試験、培養および代謝特性、抗原性、バクテリオファージ
 3. 計数…生育量、有効菌
 4. 根粒形成と窒素固定の評価…有効度の基準、温室と人工光源室での方法、圃場試験の方法
 5. マメ科植物に対する接種の評価…圃場観察、自然(土着)根粒菌、圃場での接種効果
 6. マメ科植物に対する接種源の製法と利用…培養の形態と生産、制御の方法、種子接種
- なお、付録の菌株保存場所のリストは親切である。

(沢田 泰男)