

落葉広葉樹林における土壌呼吸に占める根の呼吸量の推定

誌名	日本林學會誌 = Journal of the Japanese Forestry Society
ISSN	0021485X
著者	片桐, 成夫
巻/号	70巻4号
掲載ページ	p. 151-158
発行年月	1988年4月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



論 文

落葉広葉樹林における土壌呼吸に占める根の呼吸量の推定

片桐 成夫

片桐成夫：落葉広葉樹林における土壌呼吸に占める根の呼吸量の推定 日林誌 70: 151~158, 1988 落葉広葉樹林における土壌呼吸量の中で根の呼吸量の占める割合を求めるために、 A_0 層を除去する場合と除去しない場合に分けて CO_2 放出量をアルカリ密閉吸収法により測定した。両者の差から A_0 層からの CO_2 放出量を求めた。また、 A_0 層を除去した場合の CO_2 放出量と根量との関係から鉍質土層および根からの CO_2 放出量を推定した。 A_0 層からの CO_2 放出量はプロットごとに土壌呼吸量に比例していた。 A_0 層を除去した場合の CO_2 放出量は細根量および小径根量と直線関係が得られ、回帰直線の Y 切片から鉍質土層からの CO_2 放出量を推定することができた。斜面下部では鉍質土層の割合が大きく、斜面上部では A_0 層の割合が大きくなった。根の呼吸の土壌に占める割合は斜面上部で 23%、斜面下部で 20~40%であった。

KATAGIRI, Shigeo: **Estimation of proportion of root respiration in total soil respiration in deciduous broadleaved stands** J. Jpn. For. Soc. 70: 151~158, 1988 To estimate the root respiration in carbon dioxide evolution from the forest floor, the rates of soil respiration with and without an A_0 layer in deciduous broadleaved stands of the Sanbe Forest of Shimane University were measured. Carbon dioxide evolution from the A_0 layer was related to the total soil respiration of each plot. The relationship between soil respiration (Y) without an A_0 layer and root biomass (X) was expressed by the following equation; $Y=AX+B$. The value of B showed the carbon dioxide evolution from mineral soil. From these results the proportions of carbon dioxide evolution from the A_0 layer, mineral soil, and roots in the soil were estimated as follows: 14-16, 44-66, and 20-40%, respectively, on the lower part of the slope and 21-22, 55, and 23%, respectively, on the upper part of the slope.

I. はじめに

森林生態系における炭素の循環を明らかにする上で林床からの土壌呼吸による炭酸ガスの放出量は重要な問題である。この問題に関しては従来からその測定方法を中心に数多くの研究がなされてきた。たとえば、桐田 (14, 15) はアルカリ密閉吸収法において測定用の同筒の面積、アルカリの吸収面積、測定時間が土壌呼吸の値に影響することを明らかにしている。また、千葉ら (3) はこの密閉アルカリ吸収法を用いて各種の森林の土壌呼吸量を明らかにしている。その結果、現在では野外の測定方法としてはアルカリ密閉吸収法が一応定着しているといえよう。

しかし、土壌呼吸による CO_2 の放出の内訳を考えた場合、 A_0 層の分解によるもの、鉍質土層の無機化によるものおよび土壌中に分布する根の呼吸によるものがある。この中で根の呼吸量については従来の研究においても他の二つと分離して推定する必要性が指摘

されている。また、従来の研究の中では非常に大ざっぱな推定として根の呼吸量を求めた例がないわけではない。しかし、土壌呼吸中に占める根の呼吸量についてはまだ明らかな成果が得られていない。

そこで、本研究は落葉広葉樹林における土壌呼吸量を A_0 層・鉍質土層・根の三つに分けて CO_2 放出量を推定することを目的として行った。

II. 調査地および調査方法

調査地は島根大学農学部附属三瓶演習林内の落葉広葉樹林である。この林分は約 40 年生のコナラ・クリを優占種とする落葉広葉樹林であり、斜面下部から上部へとその種組成は湿性から乾性へと変化している。さらに、尾根筋では一部天然生アカマツが混交している。この林分の現存量・リターフォール量・土壌養分量などについてはすでに報告してある (7~9, II)。1981 年 6 月と 1982 年 3 月にこの林分内にそれぞれ斜面上部・斜面中部・斜面下部のプロットを設定した。プロ

表-1. 調査地の林況
Outline of sampling plots

測定年度	斜面位置	立木本数 (本/ha)	平均胸高直径 (cm)	平均樹高 (m)	胸高断面積合計 (m ² /ha)	優占種 (断面積割合) (%)
1981	下部	1357	12.7	10.3	24.4	クリ (35.9)・クマノミズキ (13.8)・ウリハダカエデ (10.6)
	中部	2130	10.9	9.7	25.9	アカシデ (26.3)・ヤマボウシ (21.3)・クリ (13.1)・イヌシデ (7.2)
	上部	3666	10.1	9.2	35.6	コナラ (45.1)・ヤマザクラ (12.4)・アカマツ (7.1)・ハクウンボク (6.0)
1982	下部	1829	12.5	11.3	28.9	コナラ (45.9)・ハクウンボク (18.9)・イヌシデ (8.1)・クスギ (4.1)
	中部	928	13.0	12.4	16.6	コナラ (51.4)・ハクウンボク (8.1)・エゴノキ (8.1)・ホオノキ (8.1)
	上部	2996	10.9	10.7	37.2	コナラ (64.4)・アカマツ (9.6)・ソヨゴ (6.7)・ハクウンボク (3.8)

ットの大きさは斜距離で 20 m×20 m である。各プロットの林況は表-1 に示したとおりである。プロット設定時に、土壤呼吸測定用のブリキ製円筒 (直径 16 cm, 高さ 20 cm) をプロットの中心の 4 m 四方の中に規則的に 16 個ずつ土壤の深さ 5 cm まで差し込み、そのうちの 8 個の円筒については円筒内の A₀ 層を除去し表層土を採出状態にした。また、いずれの円筒も新たなリターフォールの供給を受けないように測定日間は 5 mm メッシュのネットをかぶせておいた。

土壤呼吸の測定は円筒の差込みによる土壤の攪乱の影響を受けないように円筒設定の 1 カ月後から開始した。したがって、1981 年のプロットでは 7 月から 12 月までの 12 回、1982 年のプロットでは 4 月から 12 月までの 17 回の測定を原則として 2 週間ごとに行った。

測定の方法はアルカリ密閉吸収法を用い、1 回の測定時間は 48 時間とし、CO₂ 吸収液は 2N KOH 溶液を用い、吸収液の容器は 100 ml 容ポリビンを用いた。吸収液の量は 4~6 月と 10~12 月には 30 ml, 7~9 月には 50 ml とした。回収した KOH 溶液の中から一定量を取り、0.2N HCl 溶液で滴定し、CO₂ 放出量を定量した。また、土壤呼吸の測定のためごとに気温、地温 (地中 10 cm)、A₀ 層および表層土の含水率を求めた。

測定終了後の 12 月に各円筒内に存在する根量を求めるために深さ 30 cm まで掘り取り、根の直径に応じて 4 mm 未満、4 mm 以上 8 mm 未満、8 mm 以上の 3 段階に分けて重量を測定した。また、円筒内の鉍質土層の細土重を求めるために 400 cc の採土円筒を用いて表層土を採取した。

また、鉍質土層の無機化にともなう CO₂ の放出量を推定するために斜面下部のプロットで 1982 年の 3, 5, 6 月に表層土を採取し、実験室内で室温で 2 週間インキュベーションした。さらに、根の呼吸速度を推定するために調査地内で本数割合の高いものから試料の採取しやすい 4 樹種 (コナラ 6 本・クリ 1 本・イヌ

シデ 7 本・エゴノキ 3 本) を選んで、根を掘り取り、水洗した後実験室内で表層土と同様にインキュベーションを行った。

III. 結果および考察

1. 土壤呼吸に占める A₀ 層からの CO₂ 放出量の割合

土壤呼吸の季節変化についてはこれまで数多くの研究がなされており、千葉ら (3) は気温との間に相関がありその結果気温の季節変化に対応していることを明らかにしている。また、ANDERSON (1) は土壤呼吸量が地温と関係していると指摘し、片桐ら (10) は土壤呼吸による CO₂ の放出量は気温よりも地温との相関が高いことを示している。

また、REINERS (18) は温度要因の他に土壤の水分条件も CO₂ 放出量に影響すると報告し、FROMENT (5) は落葉性のオーク林で着葉期間中は CO₂ 放出量と土壤の含水率のとの間に正の相関があるとしている。

ここでは A₀ 層を除去した場合と除去しない場合の CO₂ 放出量の季節変化を比較するために、斜面下部・中部・上部の各プロットの CO₂ 放出量の季節変化を図-1 に示した。いずれのプロットにおいても、また A₀ 層の除去の有無に関わらず CO₂ の放出量は気温の高い 7・8 月に多い傾向を示した。A₀ 層を除去した場合と除去しない場合の CO₂ の放出量の差も 1982 年の斜面中部を除くと、夏の間大きい傾向を示している。これは気温の高い夏の間 A₀ 層の分解が進行したためである。

温度との関係を見ると、本研究においても林床からの CO₂ 放出量は図-2 に示したように 1981・1982 年ともに気温および地温との間に相関がみられた。CO₂ 放出量は温度条件を一定にした場合に A₀ 層あるいは土壤の含水率が高いほど多くなることが明らかにされており (10)、この関係に見られるばらつきは測定時の土

壤の含水率の違いによるものと考えられる。

A₀層を除去した場合と除去しない場合のCO₂の放出量の差を求めると表-2のようである。1981年の両者

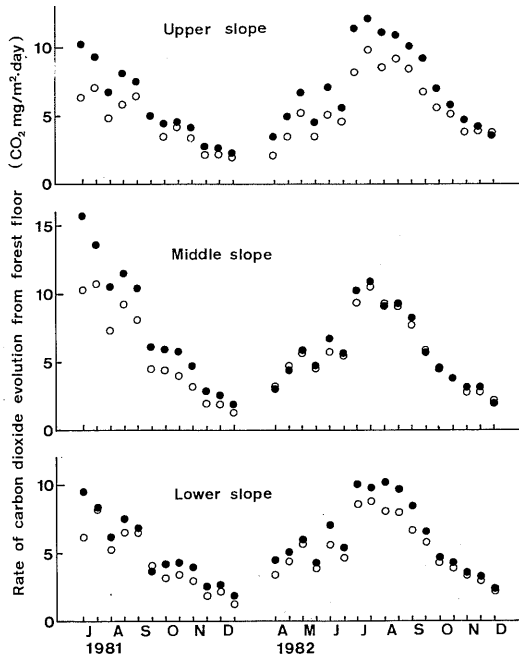


図-1. A₀層を除去した場合と除去しない場合のCO₂放出量の季節変化

Seasonal changes of carbon dioxide evolutions from forest floor with and without an A₀ layer

上から斜面上部・中部・下部。

●, A₀層を除去しない場合；○, A₀層を除去した場合

●, With A₀ layer；○, Without A₀ layer

の差は斜面下部・中部・上部でそれぞれ 135, 355, 215 g/m²・168 days, 1982年の両者の差はそれぞれ 227, 51, 390 g/m²・258 daysであった。斜面上部と下部とを比較した場合 1981・1982年ともに斜面上部で多く、斜面下部で少ない傾向がみられるが、斜面中部では測

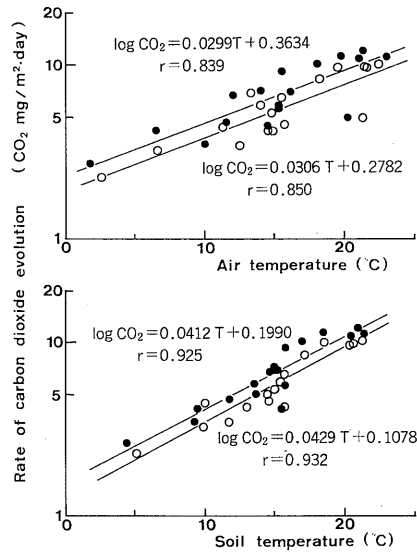


図-2. 林床からのCO₂放出量と温度との関係(1982年の場合)

Relationships between carbon dioxide evolutions and air (upper figure) and soil (lower figure) temperatures

上図：気温との関係，下図：地温との関係，○，斜面下部；●，斜面上部

○, Lower part of slope；●, Upper part of slope

表-2. A₀層を除去した場合と除去しない場合の呼吸量の比較およびA₀層量の変化

Comparison of the amount of carbon dioxide evolution with and without an A₀ layer and changes of that of the A₀ layer

		呼吸量の差 (CO ₂ g/m ²)					
		1981年 (7月～12月・168日)			1982年 (4月～12月・258日)		
斜面位置		A ₀ 層あり	A ₀ 層なし	差	A ₀ 層あり	A ₀ 層なし	差
上部		961	746	215	1844	1454	390
中部		1281	936	355	1525	1474	51
下部		844	709	135	1575	1348	227

		A ₀ 層量の変化 (g/m ²) と分解率 (%)							
		1981年 (7月～12月)				1982年 (4月～12月)			
斜面位置		開始時	終了時	差	分解率	開始時	終了時	差	分解率
上部		1300	1166	134	10.3	1138	664	474	41.7
中部		929	726	203	21.9	860	504	356	41.4
下部		556	303	253	45.5	966	478	488	50.5

定年度によって傾向が異なっている。1982年の場合は測定期間中を通して差が見られなかったが、この原因についてはいまのところ不明である。

A₀層の分解に伴うCO₂の放出量が土壌呼吸全体に占める割合を求めるために、各測定時のA₀層を除去した場合と除去しない場合のCO₂放出量の関係を図-3に示した。いずれのプロットでも相関係数0.93以上の高い相関が得られた。また、斜面上部・下部では測定年度による違いはみられず、1本の直線で回帰できた。しかし、斜面中部では1981年のA₀層を除去した場合と除去しない場合の差が小さく1982年の場合と明らかな分離がみられた。しかし、この直線の傾きから土壌呼吸の中に占めるA₀層の分解によるCO₂の放出量の割合を推定することが可能である。各プロットのA₀層からのCO₂放出量の割合は斜面下部では1981年が16%、1982年が14%、斜面上部では1981年

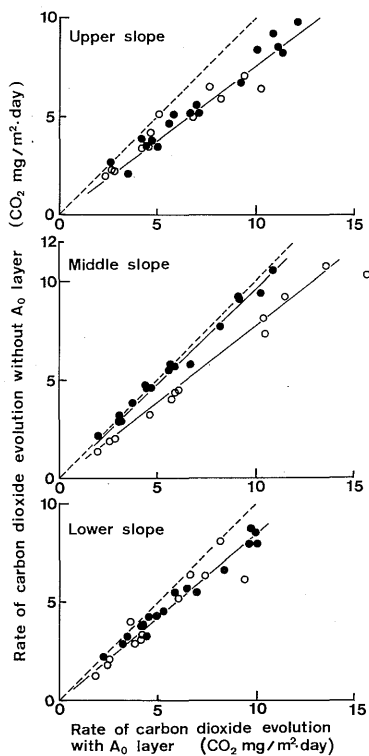


図-3. A₀層を除去した場合と除去しない場合のCO₂放出量の関係

Relationships of carbon dioxide evolutions on slope with and without an A₀ layer

○, 1981年; ●, 1982年; ·····, 傾き1の直線
○, Measurement in 1981; ●, Measurement in 1982
Dashed line is inclined 45°.

が22%, 1982年が21%であった。斜面中部については1981年が27%, 1982年が3%であったが、1982年についてはほとんど差がみられなかった。一方、円筒内のA₀層量を見ると斜面上部では1000g/m²以上と多いのに対して、斜面中・下部では少なくなっている。さらに分解にともなうA₀層の分解率も斜面上部で小さくなっていった。このようにA₀層量の多い斜面上部ではA₀層からのCO₂放出量の割合が大きく、A₀層量の少ない斜面下部ではその割合が小さくなっている。しかし、斜面中部についてはA₀層量の多少とA₀層からのCO₂放出量の割合との間に関係が認められなかった。この点については円筒内のA₀層量のばらつきを考慮した上でさらに検討する必要がある。

2. 鉱質土層の無機化によるCO₂放出量の推定

鉱質土層の無機化に伴うCO₂の放出量については河原(12)、千葉(2)は温度の変化に応じて変化する。同じ土壌型の林分ではほぼ一定であると報告している。また、千葉(2)は炭素の無機化量は温度との関係で表されると同時に土壌中の炭素含有率に比例して多くなると報告している。

本調査地の斜面下部で採取した表層土を実験室内でインキュベーションした結果によると図-4に示したように温度との間に次式の関係が得られた。

$$\log CO_2 = 0.04451 T - 2.0116$$

ただし、CO₂: CO₂放出速度(mg/g soil·day), T: 気温(°C)

インキュベーションに用いた土壌の炭素含有率は10%であった。

一方、調査地の土壌の炭素含有率を見ると斜面下部

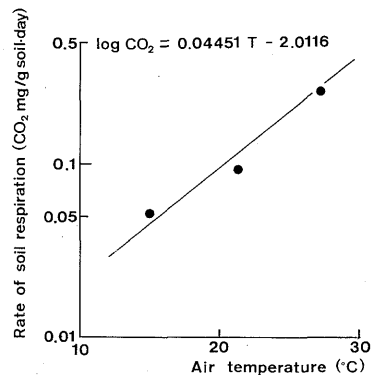


図-4. インキュベーションによる鉱質土層からのCO₂放出量と温度との関係

Relationship between carbon dioxide evolution from mineral soil and air temperature

表-3. インキュベーションにより推定した鉱質土層からのCO₂放出量
Amount of carbon dioxide evolution from mineral soil
estimated by incubation

測定年度	斜面下部	斜面中部	斜面上部
1981	0.472 (56)	0.504 (39)	0.502 (52)
1982	0.749 (48)	0.704 (46)	0.709 (38)

単位 1981年: CO₂ kg/m²・168 days, 1982年: CO₂ kg/m²・258 days

注 ()内は土壌全体からのCO₂放出量に占める割合: %

表-4. プロットの根量 (g/m²)
Amount of root biomass of plots

斜面位置	測定年度	細根	小径根	中径根	合計
斜面下部	1981	134.0	39.1	0.0	173.0
	1982	268.3	148.0	115.1	531.4
斜面上部	1981	324.0	113.8	96.4	534.2
	1982	383.5	118.2	10.8	512.5

では10.6%, 斜面中部では8.6%, 斜面上部では9.3%であり, 斜面の位置による炭素含有率の違いはさほど大きくはなかった。また, 本試験地での鉱質土壌中の細土重は平均値で斜面下部が221.8, 斜面中部が214.8, 斜面上部が214.9 g/400 cc と大きな差は見られなかった。

ここで上述の式と気温の測定結果と炭素含有率とから野外における表層土の無機化によるCO₂放出量を推定すると, 表-3のようであった。本研究ではインキュベーションの回数が少ないために, インキュベーションにより得られた式を用いることにはまだ問題が残されているが, 後述する呼吸量の推定値と比較するためにあえてプロットごとの鉱質土層からのCO₂放出量を推定した。1981年の場合は0.47~0.50 kg/m², 1982年の場合は0.70~0.75 kg/m²であった。この値を各プロットのエドリスからの平均CO₂放出量(1981年0.84~1.28 kg/m², 1982年1.53~1.84 kg/m²)と比較すると, 1981年は39~56%, 1982年は38~48%となり斜面下部で鉱質土層からのCO₂放出量の割合が多くなっていた。このように, 鉱質土層からのCO₂の放出量は斜面の位置によって土壌呼吸全体に占める割合が異なるものの, 土壌中の炭素含有率や細土量のプロット内での変動が小さいことからおのおののプロットでは鉱質土層からのCO₂放出量はおおむね一定しているといえる。しかし, ここで求めた値は表層土からのものであり土壌全体からのCO₂放出量については今後さらに詳しく検討する必要がある。

3. 根の呼吸によるCO₂放出量の推定

土壌呼吸によるCO₂の放出量を測定する場合に必ず問題にされる点は土壌中に分布する根の呼吸量である。この量を野外で分離して測定することはかなり難しいことであり, 実際に測定された例はほとんどない。酒井ら(19)は土壌中に存在する根を切断することによってヒノキ・サワラ林の根の呼吸量の推定を試み, 土壌呼吸中の35%が根の呼吸量であると報告している。同様の報告は河原(13)の15年生アカマツ林の20%, 5年生のスギ林の40%, 萩原ら(6)の18年生のヒノキ林の27%などがみられる。しかし, この方法では切断によって枯死した根の分解に伴うCO₂の放出が考えられる点が問題として残るであろう。

そこで, 本研究では円筒内に存在する根の量とCO₂の放出量との関係から根の呼吸量を推定することを試みた。そのために円筒内のA₀層は測定開始前に除去したが, 鉱質土層中の炭素の無機化に伴うCO₂の放出量がプロット内で一定であることが前提となっている。

土壌呼吸を測定した深さ30 cmまでのプロットの細根(直径4 mm未満)・小径根(4 mm以上8 mm未満)・中径根(8 mm以上)の量をみると細根量が斜面下部では134~268 g/m²と全体の50~77%を占め, 斜面上部では324~384 g/m²と61~75%を占めていた(表-4)。KOSONEN(16)が述べているようにCO₂放出量は土壌表層の根量と関係しており, 斜面上部では細根が土壌の表層に集中していることから, 土壌呼吸量に及ぼす根の呼吸量の影響は斜面下部より斜面上部のほうが大きいと考えられる。

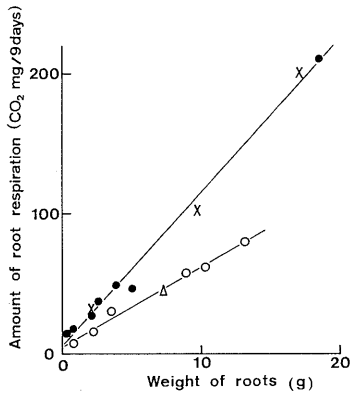


図-5. 根の呼吸量と根量との関係

Relationship between root respiration and root mass

○, コナラ; △, クリ; ●, イヌシデ; ×; エゴノキ
○, *Quercus serrata* THUNB.; △, *Castanea crenata* S. et Z.; ●, *Carpinus Tschonoskii* MAXIM.; ×, *Styrax japonica* S. et Z.

次に、根量と根の呼吸量との関係を明らかにするために実験室で調べた結果を図-5に示した。コナラ・イヌシデ・グリ・エゴノキの4樹種の根の呼吸量は根量の増加にともなって増加する傾向が明らかであった。また、ブナ科と他の科とでは異なった回帰直線で近似できた。この違いが何に起因するかは明らかではないが、測定時の根の切断、根の太さの違い等の問題を含んでいるためと考えられる。いずれにしても、根量の増加にともなって根の呼吸量が多くなることは明らかであった。

根の量と林床からのCO₂放出量の間を見る場合、A₀層を除去した場合のCO₂放出量を用いることによってA₀層の影響を取り除くことができる。図-6は円筒内の直径4mm未満の細根量とA₀層を除去した場合の林床からのCO₂放出量との関係を示したものである。1981年のプロットの場合は細根の量の増加にともないCO₂の放出量も増加する傾向が認められる。1982年のプロットでは斜面下部でばらつきはあるものの一応正の相関がみられるが、斜面上部では明らかな関係は認められなかった。

そこで、細根のみではなく小径根をも含めた根量とCO₂放出量の間をみるために直径8mm未満の小径根と細根の合計量との関係を図-7に示した。いずれの場合も斜面上部の1982年の結果を除いて正の相関が得られ、根量の増加に伴ってCO₂放出量が増加している。この相関係数を比較すると細根のみの場合のほう

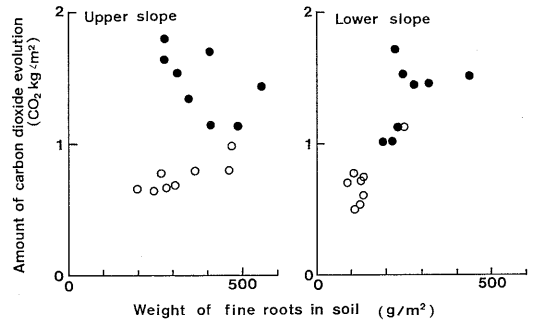


図-6. A₀層を除去した場合のCO₂放出量と細根量との関係

Relationship between carbon dioxide evolution without an A₀ layer and fine-root masses

左図: 斜面上部, 右図: 斜面下部, ○, 1981年; ●, 1982年
○, Measurement in 1981; ●, Measurement in 1982

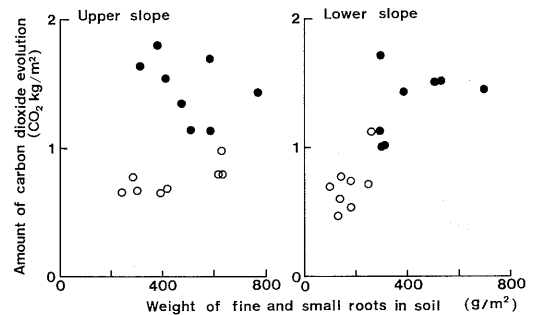


図-7. A₀層を除去した場合のCO₂放出量と細根・小径根合計量との関係

Relationship between carbon dioxide evolution without an A₀ layer and fine and small root masses

左図: 斜面上部, 右図: 斜面下部, ○, 1981年; ●, 1982年
○, Measurement in 1981; ●, Measurement in 1982

がいくらか高い相関がみられた。

これらの関係を1次の直線で回帰するとそのY切片は根量が0のときのCO₂放出量, すなわち, A₀を除去してあるので鉱質土層からのCO₂放出量を示すことになる。

この値を細根のみの場合と細根と小径根の合計の場合について求めると、細根のみの場合は斜面上部で1981年が441, 1982年が2,000 g/m², 斜面下部で1981年が288, 1982年が932 g/m²であり、小径根も合わせた場合は斜面上部で1981年が534, 1982年が1,800 g/m², 斜面下部で1981年が368, 1982年が1,032 g/m²であった。斜面上部の1982年を除いて細根・小径根合計のほうがY切片の値が大きくなっている。この値を前節で求めた鉱質土層からのCO₂放出量と比較する

と1981年の場合は小径根を含めた場合のほうが近い値を示している。また、鉍質土層からのCO₂の放出量の推定値が表層土のみのものであることを考慮すると細根・小径根合計を用いるほうが自然に近い値が得られるであろう。

以上のことから、土壌呼吸量をA₀層・鉍質土層・根の三つに分けて、根量との関係で模式化を試み、図-8に示した。この場合に鉍質土層からのCO₂放出量は根量に関係なく一定であると仮定し、A₀層からのCO₂放出量は土壌呼吸量に比例していると仮定している。この模式図でAの部分A₀層から、Bの部分が鉍質土層から、Cの部分が根からのCO₂放出量を示している。また、直線IはA₀層を除去しない場合のCO₂放出量と根量との関係を、直線IIはA₀層を除去した場合のCO₂放出量と根量との関係を示すはずである。また、直線IIIは鉍質土層のみからのCO₂放出量を示し、インキュベーションによる推定値と一致すると考

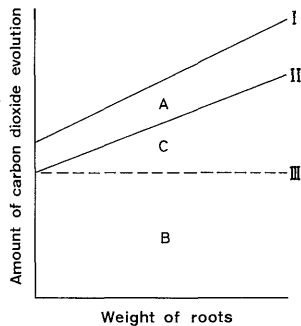


図-8. 土壌呼吸量と根量の関係模式図
Model of relationship between soil respiration and root masses

I, A₀層を除去しない場合; II, A₀層を除去した場合; III, 鉍質土層のみの場合; A, A₀層からのCO₂放出量; B, 鉍質土層からのCO₂放出量; C, 根の呼吸量
I, Carbon dioxide evolution with an A₀ layer; II, Carbon dioxide evolution without an A₀ layer; III, Carbon dioxide evolution from only mineral soil; A, Carbon dioxide evolution from A₀ layer; B, Carbon dioxide evolution from mineral soil; C, Respiration of living roots.

表-5. 土壌呼吸に占めるA₀層・鉍質土層・根からのCO₂放出量の割合(%)
Proportion of carbon dioxide evolution from A₀ layer, mineral soil, and roots in total soil respiration

斜面位置	年度	A ₀ 層	鉍質土層	根
斜面下部	1981	16	44	40
	1982	14	66	20
斜面上部	1981	22	55	23
	1982	21	—	—

えられる。

そこで、野外での測定結果がこの模式図に適合しているかどうかを、図-9に斜面上部の1981年の測定結果で示した。野外での測定結果はかなりばらつきがあるものの直線I・IIともにかかなり高い相関がみられ、図-8の模式図にほぼ適合している。直線IIのY切片の値は0.53 kg/m²となり、インキュベーションより推定した鉍質土層からのCO₂放出量0.47~0.50 kg/m²とほぼ一致した。これに比べると、斜面下部の1981・1982年の場合もばらつきは大きいが図-9と同様の関係が得られ、1982年の斜面上部を除いておおむねこの模式図を満足するといえる。

以上のように土壌呼吸中に占める根の呼吸量の割合はプロットの根量の増大につれて大きくなり、林分の

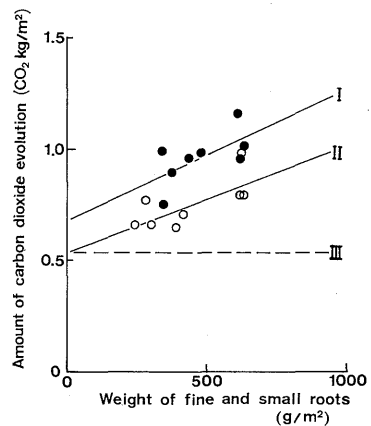


図-9. 土壌呼吸量と根量の関係模式図への1981年斜面上部での実測値のあてはめ

Application of measurement value to estimation model

●, A₀層を除去しない場合; ○, A₀層を除去した場合; I, A₀層を除去しない場合; II, A₀層を除去した場合; III, 鉍質土層のみの場合
I, Carbon dioxide evolution with A₀ layer; II, Carbon dioxide evolution without A₀ layer; III, Carbon dioxide evolution from only mineral soil
●, With A₀ layer; ○, Without A₀ layer

平均的な根の呼吸量は根量の平均値に対応した値となる。そこで、この模式図からプロットの平均の根量のときの値をプロットの代表値として各プロットでのA₀層・鉍質土層・根の呼吸量を求めて、おのおのの土壌呼吸に占める割合を表-5に示した。土壌呼吸中に占める根の呼吸量の割合は斜面上部で23%, 斜面下部で25~40%となり、他の測定例(4, 6, 13, 17, 19, 20)に比べるとやや小さい傾向がある。根の呼吸量の割合は森林の種類の違いや林齢などによって異なるとともにプロットによる差がかなり大きいものと考えられる。

このように根量を横軸に取ることによって土壌呼吸量を模式化し、根の呼吸量を推定することが可能であるが、これらの推定にはまだいくつかの問題が残されている。第一は土壌呼吸測定用の円筒の差込みのために大径根のある立木の近くでは測定されていないこと、したがって、根量が過小評価されていること、第二はA₀層を除去することの影響がどの程度あるのか、第三は鉍質土層からのCO₂放出が土壌のどの深さまで起こるのか、第四は測定期間中のリターフォールの供給を阻止したこと等の点である。これらの問題については根の呼吸量の推定の精度を上げるために今後検討する必要がある。

引用文献

- (1) ANDERSON, J. M.: Carbon dioxide evolution from two temperate deciduous woodland soils. *J. Appl. Ecol.* **10**: 361~378, 1973
- (2) 千葉喬三: 森林土壌有機物の無機化速度ならびに森林の土壌呼吸速度の推定に関する研究. *高知大農紀* **27**: 1~108, 1975
- (3) ———・堤 利夫: 森林の土壌呼吸に関する研究(1)土壌呼吸と気温との関係について. *京大演報* **39**: 91~99, 1967
- (4) EDWARDS, N. T. and SOLLINS, P.: Continuous measurement of carbon dioxide evolution from partitioned forest floor components. *Ecol.* **54**: 406~412, 1973
- (5) FROMENT, A.: Soil respiration in a mixed oak forest. *Oikos* **23**: 273~277, 1972
- (6) 萩原秋男・穂積和夫: ヒノキ人工林の土壌呼吸量. 89
- 回日林論: 191~192, 1978
- (7) 片桐成夫・石井 弘・三宅 登: 三瓶演習林内の落葉広葉樹林における物質循環に関する研究(VI) A₀層および鉍質土層の養分量. *島根大農研報* **12**: 85~91, 1978
- (8) ———・—————: 三瓶演習林内の落葉広葉樹林における物質循環に関する研究(VIII)リターフォールによる養分還元量について. *島根大農研報* **14**: 60~68, 1980
- (9) ———・—————・安東義朗: 三瓶演習林内の落葉広葉樹林における物質循環に関する研究(XII) 斜面位置による地上部現存量の相違. *島根大農研報* **18**: 53~60, 1984
- (10) ———・—————・福芳隆博: 三瓶演習林内の落葉広葉樹林における物質循環に関する研究(VII)土壌呼吸速度とそれに及ぼす2・3の要因について. *島根大農研報* **13**: 50~56, 1979
- (11) ———・—————・喜多村雅夫: 三瓶演習林内の落葉広葉樹林における物質循環に関する研究(X) 土壌中の養分量と乾湿度指数の関係について. *島根大農研報* **17**: 53~59, 1983
- (12) 河原輝彦: 森林生態系における炭素およびチッ素の循環に関する研究. 京都大学学位論文, 1971
- (13) ———: リターの分解について(IV)土壌呼吸量中の根の呼吸量の推定. *日林誌* **58**: 353~359, 1976
- (14) 桐田博充: 野外における土壌呼吸の測定—密閉吸収法の検討. II. 測定容器の大きさが測定値に及ぼす影響. *日生態会誌* **21**: 37~42, 1971
- (15) ———: 野外における土壌呼吸の測定—密閉呼吸法の検討. III. カバーの底面積とCO₂呼吸面積が測定値に及ぼす影響. *日生態会誌* **21**: 42~47, 1971
- (16) KOSONEN, M.: CO₂ production in relation to temperature and plant biomass. *Oikos* **20**: 335~343, 1969
- (17) NAKANE, S., YAMAMOTO, M., and TSUBOTA, H.: Estimation of root respiration rate in a mature forest ecosystem. *Jpn. J. Ecol.* **33**: 397~408, 1983
- (18) REINERS, W. A.: Carbon dioxide evolution from the floor of three Minnesota forests. *Ecol.* **49**: 471~483, 1968.
- (19) 酒井正治・堤 利夫: 温帯落葉広葉樹林の2タイプの土壌における炭素収支(II)土壌呼吸の季節変化とそれに及ぼす土壌環境要因. *日林誌* **69**: 41~48, 1987
- (20) WITKAMP, M. and FRANK, M. L.: Evolution of CO₂ from litter, humus, and subsoil of a pine stand. *Pedobiologia* **9**: 358~365, 1969

(1987年7月27日受理)