

# 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)

土壤呼吸速度とそれに及ぼす2・3の要因について

片桐成夫<sup>\*</sup>・石井 弘<sup>\*</sup>・三宅 登<sup>\*</sup>・福芳隆博<sup>\*\*</sup>

Shigeo KATAGIRI, Hiroshi ISHII, Noboru MIYAKE and  
Takahiro FUKUYOSHI  
Studies on Mineral Cycling in a Deciduous Broad-leaved  
Forest at Sanbe Forest of Shimane University. (VII)  
Rate of Soil Respiration and a few Factors effected.

## はじめに

森林生態系内での物質循環を考える場合に土壤呼吸は炭素の林地から大気への循環経路として重要な問題である。林地の土壤呼吸に関する研究は古くから行われてきたが、その機構については非常に複雑でいまだに十分に<sup>1)2)3)</sup> 解明されていない。我国では<sup>1)2)3)</sup> 桐田によって土壤呼吸の測定方法について様々な検討がなされている。また、千葉<sup>4)</sup>らは土壤呼吸量と平均気温との間には指数関数関係がみ<sup>5)</sup> られることを報告している。さらに千葉は土壤呼吸と土壤中の炭素の無機化速度との間にも密接な関係がみられるとしている。

ここでは三瓶演習林内の落葉広葉樹林における土壤呼吸量を推定し、これに影響を与えると考えられる2、3の環境要因との関係について検討した。

本研究は昭和53年度文部省科学研究費によって行った。

## 調査地および調査方法

調査地は島根大学附属三瓶演習林内の落葉広葉樹林に設けられた永久試験地である。調査地の概要については前報<sup>6)</sup>に述べた。

この試験地の各プロットに5個ずつのブリキ製円筒(直径16cm, 高さ20cm)を深さ5cmまで、円筒の差込みによる土壤の攪乱を防ぐため測定開始の1ヶ月前の1978年3月中旬に差込んだ。測定方法はアルカリ密閉

吸収法を用い、1978年4月から12月まで毎月中旬に連続して2回測定を行った。一回の測定時間は48時間を原則とした。CO<sub>2</sub>吸収液は2N KOH溶液を用い、吸収液の容器は100ml容ポリビンを用いた。ポリビンには吸収液を4~6月と10~12月には30ml、7~9月には50mlずつ入れた。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CO<sub>2</sub>発生量を定量した。

また、土壤呼吸の測定のたびごとに最高気温・最低気温および地温を測定し、各月の平均気温・平均地温を求めた。A<sub>0</sub>層および表層土の含水率は各月の最初の測定時にサンプルを持ち帰り、それぞれの含水率を求めた。1977年の表層土の含水率は各月ごとに各プロットで4個のサンプルを持ち帰り、平均の含水率を求めた。

## 結果および考察

### 1. 土壤呼吸に関与する環境要因

土壤呼吸は土壤中の微生物の活動およびそれともなう土壤有機物の分解や土壤中の根の呼吸などによってCO<sub>2</sub>が発生することをいうものであり、当然環境要因によって大きく左右される。なかでも気温との関係についてはこれまでいくつかの報告があるように温度の上昇につれてCO<sub>2</sub>発生量が増加するとされている。また、地温や含水率もCO<sub>2</sub>発生量に影響を与える要因と考えられる。そこで気温・地温・含水率の三つについて各プロットの季節変化を検討してみよう。

#### a) 気温

林内の各プロットの気温は表-1に示したように4月

\* 育林学研究室

\*\* 島根県川本農林事務所

Table 1 Mean air temperature in a forest at Sanbe (°C)

	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Average
P-1	15.4	19.1	19.9	23.3	24.0	19.9	14.3	10.8	5.9	16.96
P-2	14.4	18.1	22.0	27.7	24.6	19.9	12.5	10.9	5.7	17.31
P-3	13.0	15.3	19.0	23.2	24.6	19.6	12.2	10.4	5.5	15.87
P-4	15.2	22.3	19.9	24.7	26.9	19.4	12.6	10.5	5.9	17.49
P-5	13.3	17.8	18.4	22.8	22.8	18.4	12.0	10.4	6.8	15.86
Average	14.3	18.5	19.8	24.3	24.6	19.4	12.7	10.6	6.0	16.69

Table 2 Earth temperature in a forest at Sanbe (°C)

	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Average
P-1	9.4	12.2	17.8	22.3	22.2	19.5	14.0	9.9	5.9	14.80
P-2	8.7	12.9	18.1	22.9	22.5	19.7	14.4	9.9	6.2	15.03
P-3	8.0	13.3	17.9	22.7	22.4	19.3	13.9	9.9	6.2	14.84
P-4	10.2	14.8	18.8	22.9	23.0	20.0	14.9	10.7	6.7	15.78
P-5	8.3	11.8	16.7	21.1	21.5	19.4	14.4	10.5	7.8	14.61
Average	8.9	13.0	17.9	22.4	22.3	19.6	14.3	10.2	6.6	15.02

Table 3 Water content of A<sub>0</sub> horizon (%)

	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Average
P-1	22.9	53.7	65.7	58.3	62.2	75.6	45.9	45.7	71.3	55.70
P-2	19.6	44.5	71.4	41.5	56.5	69.1	45.6	40.7	68.5	50.82
P-3	23.6	49.3	72.6	55.2	64.9	75.0	45.2	37.4	66.5	54.41
P-4	28.0	48.5	65.6	40.3	54.8	71.1	39.9	33.2	66.1	49.72
P-5	45.6	48.8	58.4	49.9	54.9	69.0	59.2	51.2	61.7	55.41
Average	27.9	49.0	66.7	49.0	58.7	72.0	47.2	41.6	66.8	53.21
P-5(F)	67.7	54.9	66.9	58.6	64.7	60.8	65.4	64.1	72.5	63.96

Table 4 Water content of surface soil (%)

	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Average	
P-1	1977	—	42.8	47.4	38.6	49.5	46.8	40.7	46.2	48.3	45.04
	1978	44.1	41.8	51.8	48.4	44.3	46.4	41.8	42.0	44.4	45.00
P-2	1977	—	41.8	45.4	35.9	44.8	41.3	34.8	41.8	42.9	41.09
	1978	38.8	40.4	43.3	41.4	37.9	43.7	40.6	40.7	42.7	41.06
P-3	1977	—	38.6	43.4	33.6	39.0	41.3	32.6	44.9	40.5	39.24
	1978	38.2	41.2	42.4	38.1	37.7	41.7	34.0	35.2	40.0	38.72
P-4	1977	—	30.6	37.3	27.9	33.6	31.0	25.8	34.5	35.0	31.96
	1978	33.9	38.0	38.4	37.0	31.8	26.5	29.9	31.2	31.1	33.09
P-5	1977	—	31.3	35.6	31.0	34.8	32.3	26.5	35.6	35.6	32.84
	1978	35.9	34.4	35.8	31.1	28.7	28.5	29.4	32.3	36.9	32.56
Average	1977	—	37.0	41.8	33.4	40.3	38.5	32.1	40.6	40.5	38.03
	1978	38.2	39.2	42.3	39.2	36.1	37.4	35.1	36.3	39.0	38.09

から徐々に上昇し、7・8月に最高となり、12月まで徐々に低下の傾向を示している。プロットによって多少の違いはあるが、4月が13~15°C、7~8月には23~28°Cまで上昇し、12月には6°C前後まで低下する。この気温は裸地の気象観測露場の気温に比べると4・5月は約2°C高く、6~12月は0.5~1.2°C低くなっている。このように林内の気温は林外に比べてやや低くなっている。また、プロット間の気温の差は明らかではなかった。

#### b) 地温

表-2に示したように地温はほぼ気温と同じ季節変化を示すが、温度の上昇する4~8月は気温に比べて2~5°C低く、温度の低下する9~12月は気温に比べて0~1°C高くなっている。これは地温の季節変化が気温に比べて半月から1ヶ月ほど遅れて上昇・低下の変化をすることと、気温に比べて年較差が小さいことによるものである。また、プロットによる地温の違いはほとんどみられなかった。この二つの温度の変化は後でも述べるように土壤呼吸によるCO<sub>2</sub>発生量の変化とよく対応している。

#### c) A<sub>0</sub>層および表層土の含水率

水分条件の面から土壤呼吸に影響すると考えられるA<sub>0</sub>層および土壤の含水率を表-3,4に示した。A<sub>0</sub>層の含水率は降雨後の経過日数によって大きく左右されるために含水率の季節変化に明らかな傾向はみられなかった。また、表層土の含水率については2年間の測定結果からみて、どのプロットも年間の平均含水率に差がみられず、季節による変化も年間の平均含水率からほぼ±5%の間で変化するだけで年間を通して比較的安定しているといえる。

表層土の含水率をプロット間で比較するとほぼ全ての月で斜面下部のP-1が最も含水率が高く、P-2・P-3と順に含水率が小さくなり、斜面上部・尾根部のP-4・P-5が最も乾燥していた。

Table 5 Rate of CO<sub>2</sub> evolved from forest soil at Sanbe.

	* Jan.	* Feb.	* Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
P-1	2.80	2.58	2.34	3.27	5.38	8.99	10.62	9.04	7.85	4.99	4.08	2.61
P-2	1.81	1.63	1.43	2.43	4.39	7.88	10.90	9.59	7.45	4.41	2.69	1.66
P-3	2.00	1.82	1.63	2.63	3.97	6.66	9.89	8.99	6.95	3.83	2.75	2.16
P-4	2.34	2.14	1.93	3.32	4.81	8.56	11.38	9.09	7.40	4.86	3.45	2.57
P-5	3.00	2.78	2.54	3.51	4.78	7.75	10.12	8.66	7.82	5.33	3.96	3.45
Ave.	2.39	2.19	1.97	3.03	4.67	7.97	10.58	9.07	7.49	4.68	3.39	2.49

(CO<sub>2</sub> g/m<sup>2</sup>·day) \* : Estimate value

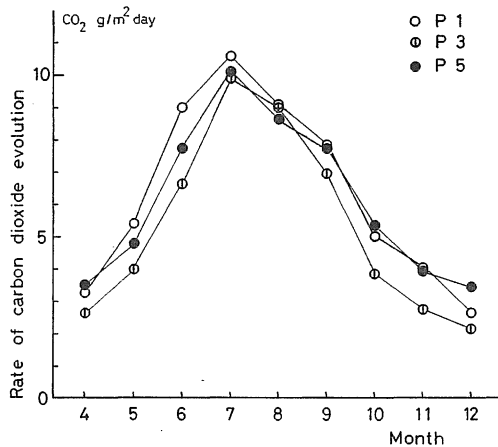


Fig. 1 Seasonal change of soil respiration.

以上のように土壤呼吸に影響すると考えられる要因をみると温度は季節による変化が明らかにあらわれ、含水率はプロット間の差が明らかにあらわれている。

2. 土壤呼吸速度の季節変化

林床から発生する CO<sub>2</sub> 量は土壤中の有機物の無機化によるものと根の呼吸によるものが主なものであるが、土壤中で無機化速度としての土壤呼吸速度をあらわすには根の呼吸による CO<sub>2</sub> 量を差し引かねばならない。しかし、ここでは根の呼吸による CO<sub>2</sub> 量を分離定量しえなかったため、林床から発生する CO<sub>2</sub> 量をもって土壤呼吸速度とする。

各プロットの月毎の土壤呼吸速度を表-5に示した。土壤呼吸速度の季節変化は図-1にP-1・P-3・P-5について示したように、7月をピークとする凸型の季節変化を示した。これは前述した気温や地温の季節変化とよく一致した傾向であった。ここでえられた土壤呼吸速度の 1.66~11.38 CO<sub>2</sub> g/m<sup>2</sup>·day の値は千葉が芦生のミズナラ林・落葉広葉樹林で測定した値<sup>7)</sup>に比べてかなり高い値を示している。しかし、WALTER らの測定<sup>8)</sup>ではブナ林で最大値 9.96 CO<sub>2</sub> g/m<sup>2</sup>·day, WITKAMP

Table 6 Rate of CO<sub>2</sub> evolved from forest soil at Ashiu.

Plot No.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.
P-1 (Lower part)	1.82	1.74	2.51	3.44	3.26	2.26	1.77	1.14
P-2 (Middle part)	2.12	1.51	2.14	3.44	3.00	2.56	1.95	1.63
P-3 (Upper part)	2.01	1.91	2.77	5.37	3.79	3.50	2.61	1.40
P-4 (Ridge)	2.57	2.33	3.33	4.30	5.02	5.25	3.34	1.94

(CO<sub>2</sub> g/m<sup>2</sup>·day)

によるとカシ林で 8.88 CO<sub>2</sub> g/m<sup>2</sup>·day とかなり高い値を示している。また、千葉も土壤呼吸の最大値は 3~13 CO<sub>2</sub> g/m<sup>2</sup>·day と森林によって大幅に異なるとしており、本調査の結果もこの範囲の中に入っている。

次に土壤呼吸速度をプロット間で比較すると、各月ともに斜面下部のP-1から斜面中部のP-3にかけて土壤呼吸速度が小さくなり、斜面上部・尾根部のP-4・P-5で再び大きくなっている。この傾向は表-6に示した芦生の落葉広葉樹林における測定結果でも斜面上部・尾根部で土壤呼吸速度が大きくなり、本調査の結果と同様である。

3. 土壤呼吸速度と温度との関係

前節で述べたように土壤呼吸速度の変化は気温や地温の季節変化と対応しており、土壤呼吸速度が温度要因と密接な関係をもっていると考えられる。これまで気温と土壤呼吸速度との間には指数関数的な関係が成立し、次式で示されるとされている。<sup>4)</sup>

$$\log Y = aT + b$$

(Y: 土壤呼吸速度 CO<sub>2</sub> g/m<sup>2</sup>·day, T: 気温°C, a·b: 定数)

この関係は気温だけに限らず温度要因との間にならばえられるものであり、地温とも密接な関係を示すことが期待される。千葉は森林土壤では気温を用いたことがパラッキの原因の一つであるとしている。

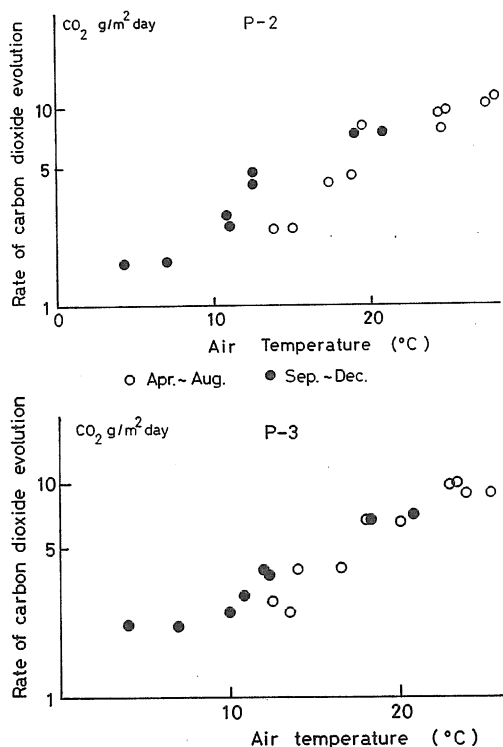


Fig. 2 Relationship between soil respiration and air temperature.

そこで土壤呼吸速度と気温および地温との関係を図-2, 図-3に示した。図-2にみられるように土壤呼吸速度は気温の上昇にともなって増大する傾向が明らかである。さらに図中で印を変えて示したように温度の上昇する4月から8月までと、温度の下降する9月から12月までとは気温の上昇に対する土壤呼吸速度の増大の割合が異っている。すなわち、気温と土壤呼吸速度の回帰式が季節によって分離する傾向を示している。そして、温度の上昇する季節の回帰式の方が温度の下降する季節のそれよりも下方にくる。さらに温度の上昇する季節の方が回帰式の傾きが大きくなっている。この傾向は図-2に示さなかったプロットにおいても同様である。

ところが図-3に示したように土壤呼吸速度と地温の関係を見ると、地温の上昇にともなって土壤呼吸速度が大きくなる傾向は気温の場合と同様であるが、温度の上昇する季節と下降する季節との間に回帰式の分離はみられず年間を通して一つの直線で回帰することが出来る。

これらの回帰式 ( $\log Y = aT + b$ ) の定数  $a \cdot b$  の値を表-7に示した。気温と土壤呼吸速度の間にえられた定数  $a$  の値は年間を通して求めた場合  $0.027 \sim 0.038$  の間にあった。これは千葉が  $0.03$  前後であるとしたのと同様である。プロット間の呼吸量の違いをあらわす定数

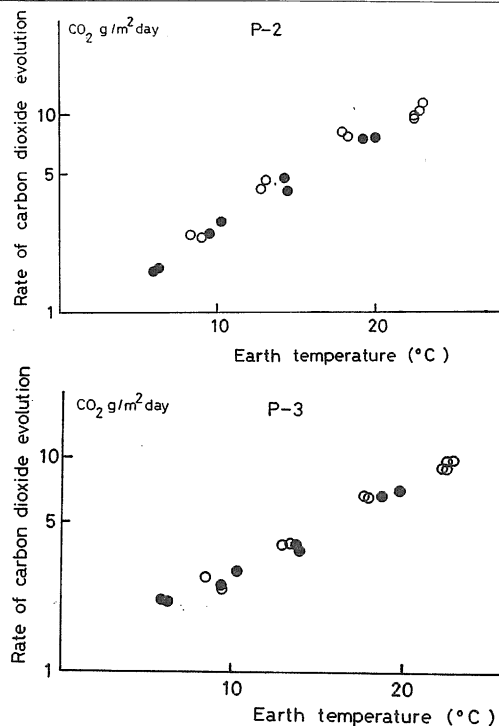


Fig. 3 Relationship between soil respiration and earth temperature.

$b$  の値は  $0.03 \sim 0.31$  の間でプロットによって異なり、斜面上部または尾根部のプロットで大きい傾向を示した。これを温度の上昇する季節 (4~8月) と下降する季節 (9~12月) とに分けて求めると、各プロットともに2つの回帰式にかなりの違いがみられる。すなわち、P-1・P-3・P-5については定数  $a$  の値が温度上昇期の方が温度下降期よりも大きく、定数  $b$  の値はその逆になっている。P-2・P-4については定数  $a$  の値はほぼ同じで、定数  $b$  の値が温度下降期の方が大きくなり、2つの回帰式がほぼ平行であることを示している。

このことはP-1・P-3・P-5における土壤呼吸速度が気温の上昇にともなって大きくなるが、気温が下降する場合に気温の上昇時に土壤呼吸速度が増大したよりもゆっくりとした割合で減少していくといえよう。P-2・P-4における土壤呼吸速度は気温の下がる時期には気温の上昇する時期よりも大きい土壤呼吸速度を保ちながら気温上昇時と同じ割合で気温の低下にともなって減少している。そして、1~3月の間は気温に関係なく一定した土壤呼吸速度を維持しているものと考えられる。

一方、地温と土壤呼吸速度との間にえられる定数  $a \cdot b$  の値についてみると、年間を通して求めた場合、温度

Table 7 Values of constant  $a$  and  $b$  of the formula showing the relationship between soil respiration and temperature.

	Plot No.	Apr.—Dec.		Apr.—Aug.		Sep.—Dec.	
		$a$	$b$	$a$	$b$	$a$	$b$
Air temperature	P-1	0.0309	0.2306	0.0477	-0.1327	0.0306	0.2645
	P-2	0.0377	0.0262	0.0473	-0.2203	0.0453	-0.0134
	P-3	0.0370	0.0799	0.0462	-0.1196	0.0360	0.1206
	P-4	0.0271	0.2673	0.0334	0.1058	0.0330	0.2258
	P-5	0.0281	0.3186	0.0428	0.0041	0.0293	0.3396
Earth temperature	P-1	0.0350	0.2364	0.0342	0.2624	0.0336	0.2393
	P-2	0.0466	-0.0215	0.0432	0.0543	0.0480	-0.0601
	P-3	0.0408	0.0562	0.0409	0.0603	0.0388	0.0716
	P-4	0.0378	0.1421	0.0386	0.1372	0.0346	0.1732
	P-5	0.0326	0.2812	0.0322	0.3004	0.0307	0.2882

$\log Y = aT + b$      $Y$  :  $\text{CO}_2$   $\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{day}$      $T$  : temperature  $^\circ\text{C}$      $a, b$  : constant

上昇期・温度下降期のいずれの場合も、定数  $a$  の値は 0.031~0.048 の間にあって、プロット間では差があるものの各プロットともに三者の間にはほとんど差がみられない。定数  $b$  も定数  $a$  と同様に三者の間にはほとんど差がみられない。地温の場合は気温と異なりその季節変化が気温よりも半月から1ヶ月おくれて変化することと地温の較差が気温よりも小さいために、気温の場合にみられた回帰式の分離があらわれないものと考えられる。したがって、土壌呼吸速度と温度との関係をあらわすには気温よりも地温を用いる方が適当であると思える。

また、温度と土壌呼吸速度との関係におけるバラツキをみると気温を用いた場合にプロットによってはかなり

バラツキが大きいが、地温を用いた場合にバラツキは非常に小さくなっている。この点からも地温の方が土壌呼吸速度との関係をあらわすのに適当であるといえよう。

#### 4. 土壌呼吸速度と含水率との関係

土壌呼吸速度が温度に強く影響されることはすでに述べたが、REINERS<sup>9)</sup> は土壌呼吸速度と土壌含水率との間に指数関数関係のあることを報告している。ここでは毎月の測定開始時に採取した  $A_0$  層および表層土の含水率との関係についてみてみよう。

図-4 に土壌呼吸速度と  $A_0$  層の含水率との関係を、図-5 に土壌呼吸速度と表層土の含水率との関係を示した。図-4 では全体としてみると土壌呼吸速度と  $A_0$  層

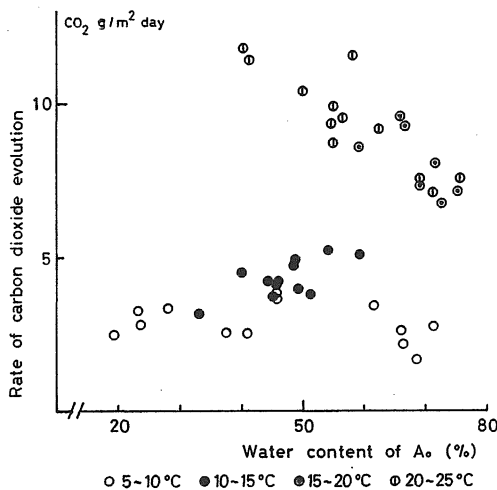


Fig. 4 Relationship between soil respiration and water content of  $A_0$  horizon.

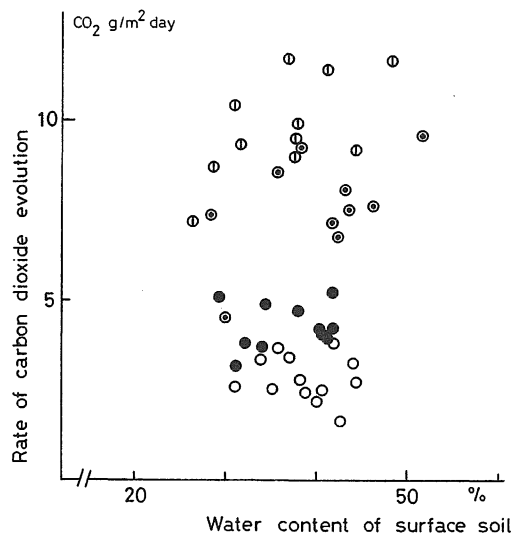


Fig. 5 Relationship between soil respiration and water content of surface soil.

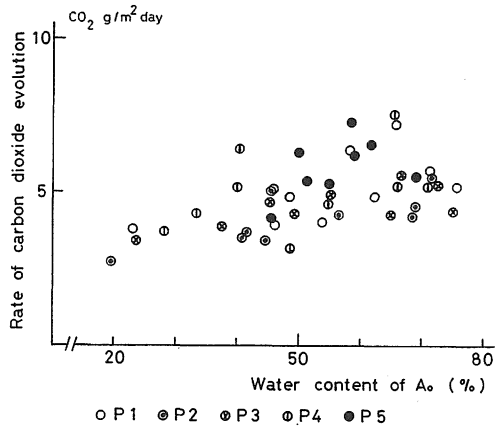


Fig. 6 Relationship between soil respiration and water content of A<sub>0</sub> horizon.

の含水率との間には有意な関係はみられない。しかし、これを測定時の地温によって印を変えてみると、地温 5~15°C と 15~25°C とで明らかに分離がみられる。地温が 5~15°C の時には A<sub>0</sub> 層の含水率が 50~60% の時に土壤呼吸速度が最大になる傾向がみとめられる。また、地温 15~25°C の時には A<sub>0</sub> 層の含水率が 40~50% より高くなるにつれて土壤呼吸速度が小さくなる傾向がみられる。本調査では地温が 15~25°C で含水率が 40% 以下の場合の測定例がないために明らかなことは言いえないが、地温の高い場合も地温の低い場合と同様の傾向を示すものと考えられる。

図-5 に示したように表層土の含水率との関係については地温が高い場合に含水率が高くなるほど土壤呼吸速度が増大する傾向がみられるが、表層土の含水率の変化の巾が小さいために明らかなことは言いえない。

このように土壤呼吸速度は温度の影響が強くあらわれるために含水率との関係を正確にとらえるには温度要因をとり除く必要がある。そこで前節で述べた土壤呼吸速度と気温との関係から計算によって各測定値を気温 15°C の時の土壤呼吸速度に補正し、A<sub>0</sub> 層および表層土の含水率との関係で図示したものが図-6、図-7 である。これを見ると土壤呼吸速度はプロットの違いに関係なく A<sub>0</sub> 層の含水率が高くなるにつれて大きくなり、含水率が 65% 以上になるとほぼ一定になる傾向がみられる。しかし、バラツキが大きく含水率と土壤呼吸速度との関係は温度ほどには明らかな傾向があるとはいえない。また、表層土の含水率との関係を見ると A<sub>0</sub> 層の含水率との関係以上にバラツキが大きく明らかな傾向はみとめられない。しかし、プロットごとにみると、P-4 を除いて各プロットともに表層土の含水率が高くなるに

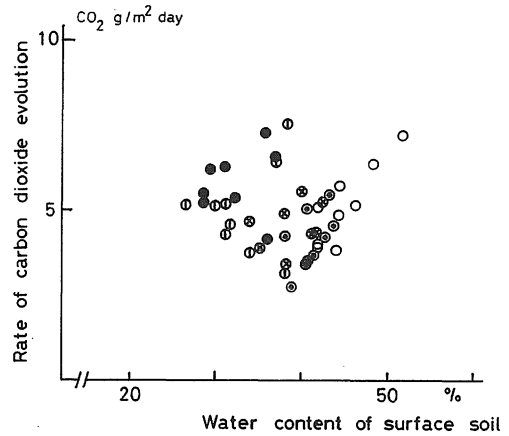


Fig. 7 Relationship between soil respiration and water content of surface soil.

つれて土壤呼吸速度が大きくなる傾向がみられた。このように含水率との関係については温度と土壤呼吸速度との関係ほど高い相関はえられなかったが、土壤呼吸速度に含水率が影響を与えることは確かである。しかし、その影響はかなりの巾をもったものであり、乾燥が続いた後での降雨による含水率の増大というような場合に大きな影響を及ぼすと考えられる。

##### 5. 森林の年間土壤呼吸量

前節までに土壤呼吸速度の季節変化、温度および含水率との関係について検討したが、土壤呼吸は年間量として一次総生産量と結びついており、その年間量を推定する必要がある。年間の土壤呼吸量は毎日の測定により積算するのが最も確かである。しかし、連日の測定は非常に困難であり、推定によらざるをえない。ここでは毎月の平均の土壤呼吸速度に日数を乗じて年間の土壤呼吸量を推定した。なお、1~3月の土壤呼吸速度は表-7の土壤呼吸速度と地温の関係式から推定した。

表-8 に示した年間の土壤呼吸量は 1600~2000 CO<sub>2</sub> g/m<sup>2</sup>・year で、斜面下部の P-1 で最も多く、斜面上部の P-2・P-3 と順に少なくなり、斜面上部・尾根

Table 8 Annual amount of CO<sub>2</sub> evolved from forest soil

Plot No.	CO <sub>2</sub> g/m <sup>2</sup> ・year
P-1	1969.0
P-2	1719.0
P-3	1627.3
P-4	1888.2
P-5	1943.3

部の P-4・P-5 でまた多くなっている。ここでえられた値を千葉の報告と比較するとクリ林、タブ林の 2074 g/m<sup>2</sup> について多く、ブナ林 (1106 g/m<sup>2</sup>)、シデ林 (1096 g/m<sup>2</sup>)、ミズナラ林 (1406 g/m<sup>2</sup>) に比べるとかなり大きい。しかし、千葉はこれらの年間土壌呼吸量は年平均気温と指数関数関係がみとめられると述べており、調査地の平均気温 17°C が芦生のそれより高いことを考えればほぼ妥当な値がえられたといえよう。

### ま と め

三瓶演習林内の落葉広葉樹林における土壌呼吸速度および 2・3 の環境要因との関係について検討した。

1. 土壌呼吸速度は 7 月をピークとする季節変化を示し、その最大値は 9.89~11.38 CO<sub>2</sub> g/m<sup>2</sup>·day であった。
2. 土壌呼吸速度は温度の上昇とともに指数曲線的に増大し、両者の関係は次式であらわすことができる。  
 $\log Y = aT + b$  (Y: CO<sub>2</sub> g/m<sup>2</sup>·day, T: 温度°C, a·b: 定数) 温度に気温を用いた場合は各プロットとも気温の上昇する 4~8 月と気温の下降する 9~12 月とで回帰式に分離がみられた。定数 a·b を比較すると、a の値は温度上昇期は 0.033~0.048 と温度下降期の 0.029~0.045 より大きかった。b の値はプロットによって異

なり、土壌呼吸量の違いに重要な関係をもっている。温度に地温を用いた場合は地温の上昇期と下降期による回帰式の分離はほとんどみられず、a の値は 0.033~0.047 であった。

3. 土壌呼吸速度と含水率との関係は温度の場合ほど明らかではないが、含水率が 40~60% の間で最大となる傾向がみられた。

4. 年間の土壌呼吸量を推定すると P-1: 1969, P-2: 1719, P-3: 1627, P-4: 1888, P-5: 1943 CO<sub>2</sub> g/m<sup>2</sup>·year であった。

### 引 用 文 献

1. 桐田博充: 日生態誌 **21**: 37-42, 1971
2. 桐田博充: 日生態誌 **21**: 43-47, 1971
3. 桐田博充: 日生態誌 **21**: 119-127, 1971
4. 千葉喬三・堤利夫: 京大演報 **39**: 91-99, 1967
5. 千葉喬三: 高知大農紀 **27**: 1-108, 1975
6. 片桐成夫・石井弘・三宅登・西垣真太郎: 島根大農研報 **10**: 105-111, 1976
7. WALTER, H. and W. HARBER: Ber. deut. botan. Ges. **70**: 257-282, 1957
8. WITKAMP, M.: Ecol. **47**: 194-201, 1966
9. REINERS, W. A.: Ecol. **49**: 471-483, 1968

### Summary

This paper deals with the relation between soil respiration and some environmental factors in a deciduous broad-leaved forest at Sanbe Forest of Shimane University.

1. The rate of soil respiration showed a seasonal change that has a peak at July, and the values of maximum were 9.89-11.38 CO<sub>2</sub> g/m<sup>2</sup>·day.
2. The soil respiration increased exponentially with the increase of temperature, and the trend could be expressed by the following formula;  $\log Y = aT + b$  (Y: CO<sub>2</sub> g/m<sup>2</sup>·day, T: temperature °C, a and b: constant). In the case of air temperature as T, the formula of April to August that air temperature ascended was different from that of September to December that air temperature descended. The value of the constant "a" were 0.033-0.048 in the ascended period of air temperature larger than 0.029-0.045 in the descended period of air temperature. The value of the constant "b" differed by five plots, and were effective to the annual amounts of carbon dioxide evolved from forest soils. In the case of earth temperature as T, the formula did not differ by the periods. The value of constant "a" were 0.033-0.047.
3. The relation between soil respiration and water content were not closely as the relation to temperature, and the rate of soil respiration was the largest at 40-60 % of water content.
4. The annual amounts of soil respiration were 1969 CO<sub>2</sub> g/m<sup>2</sup>·year in P-1, 1719 in P-2, 1627 in P-3, 1888 in P-4 and 1943 in P-5.