



各種土壤微生物による有機物分解能に関する熱的研究

古賀邦正, 平岡伸一, 金 英樹, 萩原大輔,
末廣康孝, 坂本泰子, 高橋克忠

Calorimetric Studies on the Ability of Organic Matter Decomposition by Microbes in Different Kinds of Soils.

(受取日: 2000年12月16日, 受理日: 2001年2月1日)

Kunimasa Koga, Shin-ichi Hiraoka, Yeong Su Kim, Daisuke Hagiwara,
Yasutaka Suehiro, Yasuko Sakamoto, and Katsutada Takahashi

(Received December 16, 2000; Accepted February 1, 2001)

Using calorimetric method, heat evolutions associated with the growth of soil microbes (growth thermograms) during microbial decomposition of added organic matters (yeast extracts) in various kinds of soils were studied. Soils tested were soils from vegetable garden, from mountain area, from a playground, from tea garden and sea sands from beach. From the actual heat evolution curves ($f(t)$ curves) derived from the growth thermograms, the "apparent growth rate constant (μ')" of soil microbes was determined. As the μ' value of soil microbes can be regarded as a decomposition rate constant (k_d) of yeast extracts¹⁾ added, the abilities of decomposing the yeast extracts were compared for each of the soils.

From the results, the followings were obtained: (1) The calorimetry of solid microbes is a usable technique to quantitatively estimate the ability of organic matter decomposition in soils. (2) The ability of organic matter decomposition is considerably different depending on the kind of soils. (3) The decomposition ability of sea sand solids from beach is much higher than those of the other soils. (4) The decomposition ability of tea garden soil is considerably lower than that of the others.

On the basis of the above results, we conclude that the method employed in this study provides more quantitative information about the ecological potential than any other existing methods and that the present calorimetric method contributes to the land improvement in terms of the material cycling as well as the agricultural production.

1. 緒 言

高橋らは、さきに微生物代謝熱計測法を用いて土壤中の微生物群による有機物の分解活性が再現性よく測定できることを明らかにした。¹⁾ また、この手法を用いて土壤中の微

生物群全体の増殖速度定数を求め、さらに環境汚染物質が土壤中の微生物群の増殖速度に及ぼす影響を定量的に把握することが可能なことを明らかにし、これを指標として環境汚染物質の生態学的ポテンシャルを評価する手段の確立について提言した。²⁻⁴⁾

Table 1 Components of yeast extracts.

ash	nitrogen	lipid	carbohydrate	water content	pH*
10.3%	9.9%	0.1%	21.1%	6.6%	6.7

* as a 1% solution at 25 .

地球の表面は海洋および陸域で構成されており、陸域の表層には1 mそこそこの厚さの土壌があり、土壌圏を形成している。地球の環境は、化学物質あるいは水や熱が海洋、陸域、そして大気の間で滑らかに循環することによって維持されている。とくに、土壌圏には土壌微生物をはじめとした多くの生物が棲息し、この生物の活動を介して土壌圏は化学物質および水や熱の循環に積極的に関与していると考えられる。^{5,6)} われわれは、この土壌微生物による有機物分解能を土壌機能と捉え、その定量的な評価を行いたいと考えている。また、この評価を行うことによって植物の生育促進や環境保持に積極的に寄与する高機能性土壌の開発が可能であると考えている。

本報では、土壌の性質の違いによって有機物分解能がどの程度異なるのかという点について把握することを目的に、微生物代謝熱計測法を用いて各種土壌による有機物分解に伴う土壌微生物の増殖過程を定量的に把握した結果を報告する。

2. 実験

2.1 試料

2.1.1 土壌試料

実験に供した土壌試料は、静岡県沼津市井田の野菜畑土壌、静岡県沼津市下香貫の沼津御用邸記念公園前の海岸の砂地土壌、静岡県沼津市西野の愛鷹山中腹（標高約300 m）の山地土壌、静岡県沼津市西野の東海大学内グラウンドの土壌、静岡県沼津市西野の茶畑土壌である。いずれも表層3~10 cm内の、植物の腐葉物や植物根などを含まない非根圏土壌を採取した。採取地はいずれも半径約5 km以内に位置し、気候などの自然環境条件の違いを可能な限り少なくした。

これらの土壌試料のうちとくに小石などがあるものについては100メッシュ、直径30 cmの篩いで分け、測定に供した。

2.1.2 有機物試料

有機物試料として酵母エキス（DIFCO社製）を用いた。60 mg ml⁻¹の酵母エキス水溶液を調製し、その0.5 mlを5 gの土壌に添加した後、土壌微生物による酵母エキス分解に伴う代謝熱の測定を行った。用いた酵母エキスの一般組成をTable 1に示す。

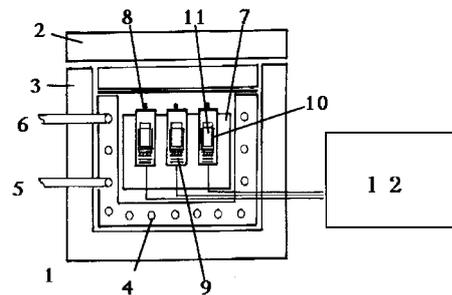


Fig.1 Schematic illustration of the apparatus used for the detection of metabolic heat evolved during the microbial decomposition of organic matters in soil. 1; whole assembly of calorimetric unit, 2; top cover, 3; insulation box, 4; water-circulating pipe, 5; water supply, 6; water outlet, 7; heatsink, 8; lid, 9; thermopile plate, 10; sample cell holder, 11; sample cell(vial), 12; data processing system.

Table 2 Culture medium for counting viable microbes in solids.

glucose	peptone	meat extracts	yeast extracts	NaCl	agar	pH
(w/v %)	(w/v %)	(w/v %)	(w/v %)	(w/v %)	(w/v %)	
0.5	1.0	1.0	0.2	0.5	2.0	7.0

2.2 土壌試料分析

各種土壌試料について、pH、全炭素、全窒素、全炭素/全窒素比（C/N比）、陽イオン交換容量、リン酸吸収係数、粒径組成、水分含量、土性を求めた。

全炭素、全窒素は乾式燃焼法にて、陽イオン交換容量はショーレンベルガー法にて、リン酸吸収係数はリン酸アンモニウム液法にて乾土あたりの数値を求め、SI単位を基本に表示した。また、粒径組成はピベット法にて測定し、粗砂、細砂、シルトおよび粘土の合計を100とする重量百分率で表示した。なお、粒径区分は、国際土壌学会の数値に従い、土性については同学会の三角図より求めた。

2.3 微生物代謝熱計測用熱量計と測定結果の解析

微生物代謝熱の測定は自作の多試料微生物代謝熱計測用熱量計を使用した。装置の詳細と測定の操作は既報の通りである。⁷⁾

測定に用いた微生物代謝熱計測用熱量計の概要をFig.1に示す。30 ml容のガラス製バイアル瓶の試料容器に5 gの土壌試料を入れ、熱量計にセットし、30 における土壌微生物の有機物分解に伴う増殖代謝熱の経時変化（増殖サ-モグラム）を測定し、既報のアルゴリズム^{8,9)}に基づき解析を行った。

Table 3 Analysis of soils from various area.

	carbon (g kg ⁻¹)	nitrogen (g kg ⁻¹)	C/N ratio	CEC* (cmol(+) kg ⁻¹)	P ₂ C ₅ ** (g kg ⁻¹)	components of particle size (mm, %)				Texture	pH	water content (%)
						coarse sand (2.0-0.2)	fine sand (0.2-0.02)	silt (0.02-0.002)	clay < 0.002			
1. vegetable garden soils	62.5	7.4	8	53.5	23.10	9.9	21.8	27.9	40.4	light clay	7.6	35.9
2. sea sand soils	2.0	0.1	20	5.7	3.80	85.7	11.7	1.5	1.1	sand	9.1	5.8
3. mountain soils	132.4	7.4	18	43.3	25.80	1.7	22.9	35.9	39.5	light clay	5.5	56.0
4. playground soils	1.7	0.1	17	15.9	7.40	60.1	21.3	12.2	6.4	sandy loam	8.9	14.9
5. tea garden soils	127.2	7.1	18	52.2	24.80	3.5	19.0	44.3	33.2	light clay	4.3	40.4

*: cation exchange capacity **: adsorption of phosphate

2.4 有機物添加後の土壌試料中の生菌数の経時変化の測定
60 mg ml⁻¹の酵母エキス水溶液0.5 mlを13点の5 g土壌試料それぞれに添加し、30℃に保持した。添加直後から2時間毎に順次各土壌試料を10⁵倍から10⁷倍まで希釈してその希釈液を寒天培地に塗布したのち、培養して形成したコロニー数を計測することによって土壌試料中の生菌数の経時変化を測定した。寒天平板上には、実際に存在する細菌のうち限られたもののみしか生育させ得ないことが知られている¹⁰⁾が、ここでは土壌に酵母エキスを加えた際の土壌微生物の生菌数の変化を大きく把握するための目安として上述の希釈プレート法を用いた。用いた寒天培地組成をTable 2に示す。

3. 結果とその考察

3.1 土壌試料の分析

Table 3に実験に供した各種土壌試料の分析結果を示した。

海岸砂地土壌およびグランド土壌の全炭素、全窒素、陽イオン交換容量、リン酸吸収係数が低いこと、茶畑土壌のpHが低いことがとくに顕著であり、それぞれ土壌の種類の違いによって土壌特性が異なっている。また、土性としては野菜畑土壌、山地土壌、茶畑土壌がLic、グランド土壌がSL、海岸砂地土壌がSであった。このような特性を有する土壌試料を実験方法に記載した手順に従って測定に供した。

3.2 有機物分解に伴う土壌試料中の生菌数の経時変化

2.4に従って酵母エキス分解に伴う茶畑土壌中の生菌数の経時変化を計測し、Fig.2に示した。生菌数は種々の希釈倍数で計測した結果の平均値で示しており、測定値のバラツキをエラー・バーで示した。培養後半の生菌数が増大している時期には、とくに希釈倍数をあげてコロニー形成数を計測し、計測結果に希釈倍数を乗じて生菌数を求めているためエラーの幅が大きくなったが、Fig.2から培養開始14時間目から22時間までの8時間で指数関数的に生菌数が増加し、その後は静止期に移行していることが知られる。

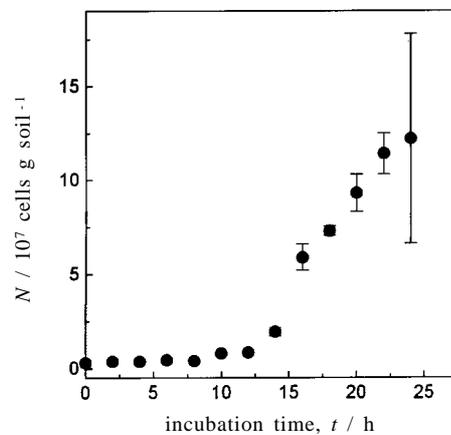


Fig.2 Changes in the number of viable microbial cells during the incubation of tea garden soils with yeast extracts (6 mg g⁻¹ of soils) at 30℃, as measured from colony forming unit with agar plate culture.

同じ条件で茶畑土壌試料に酵母エキスを添加した際の土壌微生物の増殖サーモグラムを測定し (Fig.3(A)), 測定した増殖サーモグラムをもとに、熱伝導による周囲への熱の逃げを補正して、系を仮想的な断熱状態においた時に観察されるであろう実際の熱生成曲線 (f(t) 曲線) に変換した結果がFig.3(B)である。この変換方法については既報^{2,7-9,11-13)}の次式に従って行った。

$$f(t) = g(t) + K \int g(t) dt \quad (1)$$

ここでKは熱測定ユニットに固有の熱伝導定数であり、既報の方法^{8,9)}で求めた値である。なお、上記実験条件における試料を含む本測定ユニットの熱伝導定数は、K = 5.887 h⁻¹であった。

このようにして得られたf(t)曲線は土壌試料を入れたバイアル瓶セルの中で生じたエンタルピー変化に対応するも

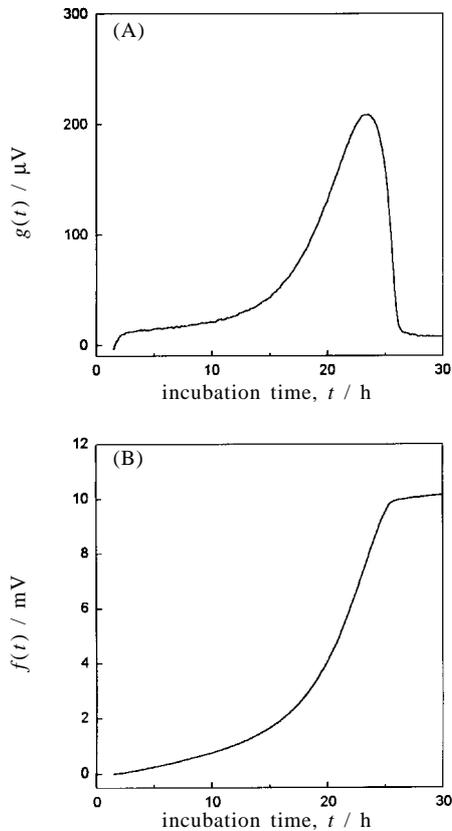


Fig.3 (A) Growth thermogram of microbes in tea garden soils observed for the incubation with yeast extracts (6 mg g^{-1} of soils) at 30°C . (B) Growth curve of microbes in tea garden soils. The growth curve was obtained from the growth thermogram shown in (A) by calculation using eq.(1).

のである。^{1,8,9,11)} 微生物代謝熱計測による測定結果では培養開始後16時間目から菌が増殖しはじめ、約8時間を要して静止期に達しており、立ち上がりの時間に多少のずれはあるが、希釈プレート法より計測した土壌中の生菌数の経時変化と $f(t)$ 曲線は誘導期から静止期に至る増殖期間がよく一致していることが確認された。増殖前半において微生物は対数的に増殖するので、この対数増殖期の $f(t)$ 値は次式で示すことができる。^{1,2,7-9,11-13)}

$$f(t) = AN_0 \exp(\mu t) + BN_0 \quad (2)$$

ここで、 A, B : 定数, μ : 増殖速度定数, N_0 : 初菌数である。

Fig.3(B)の $f(t)$ 曲線の増殖前半の対数増殖期を(2)式にあてはめ、回帰分析によって増殖速度定数を決定した。この際の増殖速度定数の値は、土壌試料中の多様な複合微生物

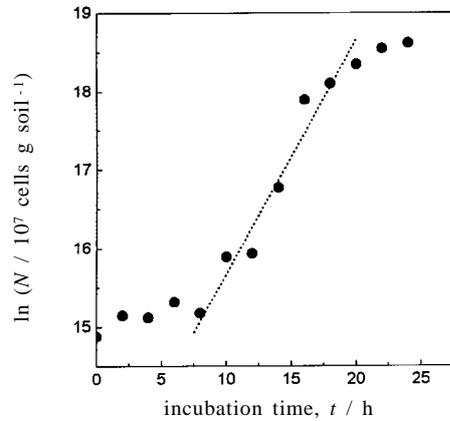


Fig.4 Semilogarithmic plot of the changes in the numbers of viable microbial cells during the incubation of tea garden soils with yeast extracts (6 mg g^{-1} of soils) at 30°C , as measured from colony forming unit with agar plate culture. The dotted line was drawn with the slope corresponding to the "apparent growth rate constant μ' " determined from the growth curve shown in Fig.3(B) according to the method described in the text.

群が互いに協同して酵母エキスを分解資化して増殖する際の複合微生物群全体としての増殖速度定数を示しているもので、ここではみかけの増殖速度定数 μ' とする。(2)式に従って決定された茶畑土壌試料中の複合微生物群の酵母エキス分解に伴うみかけの増殖速度定数の値は、 $\mu' = 0.299 \pm 0.018 \text{ h}^{-1}$ であった。

高橋らは、土壌試料にグルコースと硫酸を添加した際の $f(t)$ 曲線を微生物代謝熱計測用熱量計にて測定し、この $f(t)$ 曲線が実際にコロニー数の計測によって求めた土壌中の生菌数の経時変化および土壌中のグルコース量の経時変化とよく対応していることを明らかにした。¹⁾ さらに、 $f(t)$ 曲線から得られる μ' の値が生菌数の経時変化の片対数プロットにおける対数増殖期の直線の傾きとよく一致していることを確認し、この際の μ' の値は有機物分解速度 (k_d) を示すことを報告している。¹⁾

希釈プレート法で求めた茶畑土壌中の生菌数の経時変化を片対数プロットで示したのが **Fig.4** である。あわせて、 $f(t)$ 曲線から得られた μ' 値の示す直線の勾配を点線で書き加えた。希釈プレート法による生菌数の片対数プロットにおける対数増殖期の直線の傾きと微生物代謝熱計測用熱量計による $f(t)$ 曲線から求めた μ' 値が示す直線の勾配とはよく一致した。この場合、 μ' 値は土壌試料中の微生物による有機物の分解速度 (k_d 値) の指標でもあり、この値によ

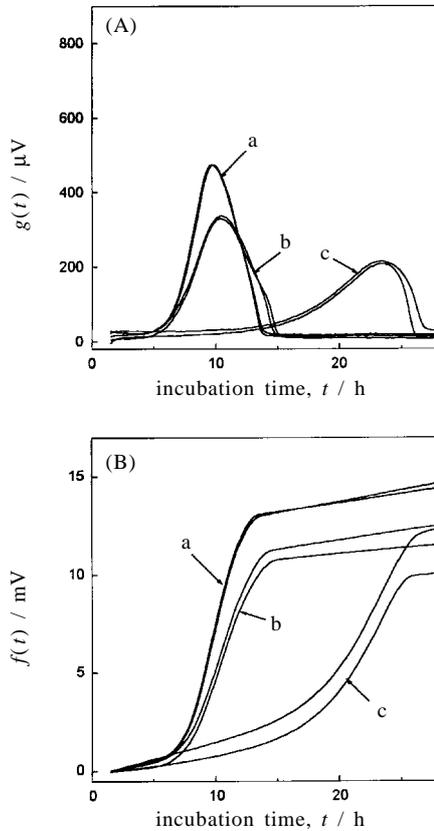


Fig.5 (A) Growth thermograms of microbes in playground soils a, mountain soils b and tea garden soils c observed for the incubation with yeast extracts (6 mg g^{-1} of soils) at 30°C . (B) Growth curves of microbes in playground soils a, mountain soils b and tea garden soils c. The each curve was obtained from the growth thermograms shown in (A) by calculation using eq.(1).

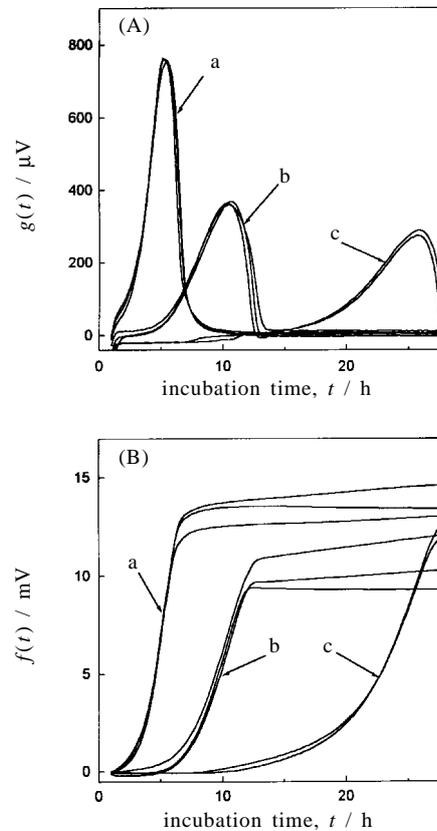


Fig.6 (A) Growth thermograms of microbes in vegetable garden soils a, mountain soils b and tea garden soils c observed for the incubation with yeast extracts (6 mg g^{-1} of soils) at 30°C . (B) Growth curves of microbes in vegetable garden soils a, mountain soils b and tea garden soils c. The each curve was obtained from the growth thermograms shown in (A) by calculation using eq.(1).

て土壤による有機物分解能を評価することが可能である。¹⁾そこで、種々の土壤試料に酵母エキスを添加した際の土壤微生物の増殖サーモグラムおよび $f(t)$ 曲線を求め、 $f(t)$ 曲線から得られた μ 値を k_d 値として示し、各種土壤の有機物分解能を評価した。

3.3 有機物分解に伴う各種土壤微生物の増殖サーモグラムと $f(t)$ 曲線

Fig.5(A)にグランド土壤試料 a, 山地土壤試料 b, 茶畑土壤試料 c の各々に酵母エキスを添加した際の土壤微生物の増殖サーモグラムを示した。土壤試料の違いによって、それぞれ特徴ある増殖サーモグラム ($g(t)$ 曲線) が得られた。この増殖サーモグラムを $f(t)$ 曲線に変換した結果が Fig.5(B)である。これは、グランド土壤 a, 山地土壤 b, 茶

畑土壤 c 中の微生物が酵母エキスを資化した際の増殖曲線を示している。この図から、有機物 (酵母エキス) 分解資化に伴う各種土壤試料中の微生物の増殖過程が異なっており、有機物分解能がその土壤の種類によって大きく変わることが知られた。すなわち、グランド土壤, 山地土壤, 茶畑土壤の順で $f(t)$ 曲線の立ち上がり早く、静止期に達する時間も早いことが明らかになり、有機物分解資化能もこの順で大きいことが知られた。

3.4 有機物分解に伴う野菜畑地土壤微生物の増殖サーモグラムと $f(t)$ 曲線

Fig.6(A)に野菜畑地土壤試料に酵母エキスを添加した際の土壤微生物の増殖サーモグラム a を示した。比較のため山地土壤試料 b, 茶畑土壤試料 c の増殖サーモグラムを示

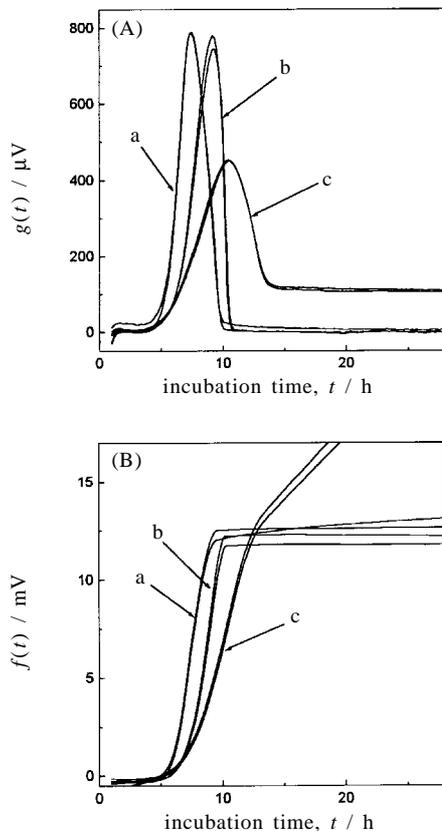


Fig.7 (A) Growth thermograms of microbes in sea sand solids from beach a little away from the sea a, sea sand solids from beach contacting the sea b and mountain solids c observed for the incubation with yeast extracts (6 mg g^{-1} of soils) at 30°C . (B) Growth curves of microbes in sea sand soils from beach a little away from the sea a, sea sand soils from beach contacting the sea b and mountain soils c. The each curve was obtained from the growth thermograms shown in (A) by calculation using eq.(1).

した。それぞれの増殖サーモグラムから $f(t)$ 曲線を求めて Fig.6(B)に示した。ここで用いた山地土壌および茶畑土壌は、3.3で行った実験に用いた土壌試料とは別の日に採取した試料を用いたが、再現性よい増殖サーモグラムおよび $f(t)$ 曲線が得られた。このことから、土壌試料中の微生物はその土壌種固有の速度で有機物を分解資化していると考えられる。また、野菜畑地土壌の $f(t)$ 曲線 a は山地土壌 b および茶畑土壌 c に比較して早く立ち上がり、早く静止期に達しており、野菜畑地土壌の微生物の増殖に伴う有機物分解が早く進行していることが示された。これは、通常、

野菜畑地では有機肥料が施肥されており、結果的に有機物分解資化に適した複合微生物系が存在しているためと考えられる。

3.5 有機物分解に伴う海岸砂地土壌微生物の増殖サーモグラムと $f(t)$ 曲線

海洋と陸域の接点に位置する海岸の砂地土壌微生物の有機物分解資化に伴う増殖サーモグラムの測定を行い、Fig.7(A)に示した。比較のために山地土壌試料についても増殖サーモグラムを測定した。

波うち際の砂地試料における微生物の増殖サーモグラムが b であり、波うち際から離れた、通常、波に接する時間が少ない砂地試料における微生物の増殖サーモグラムが a である。いずれの海岸の砂地土壌試料についても有機物分解に伴う土壌微生物の増殖サーモグラムは山地土壌試料の増殖サーモグラム c よりも立ち上がりの勾配が急であり、ピーク時間も短時間側に移行していた。また、測定に供した山地土壌試料は、3.3 および 3.4 で測定に供した山地土壌試料とは異なった日に採取したものであるが、いずれも再現性よく山地土壌固有の増殖サーモグラムが得られた。

この増殖サーモグラムをもとに $f(t)$ 曲線に変換して Fig.7(B)に示した。海岸砂地土壌中の微生物の有機物分解に伴う $f(t)$ 曲線 a および b は、山地土壌中の微生物の有機物分解に伴う $f(t)$ 曲線 c に比較してはるかに早く立ち上がっており、また増殖が停止して静止期に至る時間も早い。このことは、海岸砂地土壌微生物の方が山地土壌微生物に比べて増殖に伴う有機物分解が早く進行していることを示している。この結果は、砂地土壌はその分析特性から判断して栄養成分や水分の保持が悪く、その様な環境で微生物が生育するには短時間で有機物を分解資化するの必要があり、砂地という環境が有機物分解資化能の強い菌群を選択した結果、有機物分解資化能の強い複合微生物系が海岸砂地土壌に形成されたためと推測される。

3.6 各種土壌微生物による有機物分解速度 (k_d) 及びみかけの世代時間 (t_d') の把握

熱量計の手法を用いることによって土壌中の微生物群による有機物分解に伴うみかけの増殖速度定数 μ' を求めることができ、この値は有機物分解速度 (k_d) の指標となる。¹⁾ また、対数増殖期において微生物群の総数が 2 倍になる時間 (みかけの世代時間: t_d') は $\ln 2 / \mu'$ で求めることができる。

各種土壌試料中の複合微生物群による酵母エキス分解に伴う $f(t)$ 曲線から k_d 値および t_d' 値を求めて Table 4 に示した。土壌の種類の違いによって k_d 値は大きく異なっており、砂地土壌 A, 砂地土壌 B, 野菜畑地土壌, グランド土壌, 山地土壌, 茶畑土壌の順で土壌中の複合微生物群による有機物分解速度が大きくなり、野菜畑地土壌微生物は茶畑土壌微生物の約 3 倍の有機物分解速度であることが知られた。

Table 4 The decomposition rate constant (k_d) of organic matters (yeast extracts) and the "apparent doubling time (t_d')" of microbes in different kinds of soils.

	vegetable garden soils	sea sand soils A	sea sand soils B	moun-tain soils	play-ground soils	tea garden soils
k_d (h^{-1})	0.789	1.061	0.896	0.554	0.684	0.299
t_d' (h)	0.88	0.65	0.77	1.25	1.01	2.32

また、各種土壌試料中の微生物群の t_d' 値は、砂地土壌 A、砂地土壌 B、野菜畑地土壌、グランド土壌、山地土壌、茶畑土壌の順で、それぞれ0.7時間、0.8時間、0.9時間、1.0時間、1.3時間、2.3時間と算出された。また、この世代時間は、有機物分解の面から評価すると有機物の分解される量が2倍になるのに要する時間に相当すると考えられる。

以上、非破壊的に土壌中の複合微生物群が有機物（酵母エキス）を分解資化して増殖する速度を把握するために微生物代謝熱計測法を用いて評価したところ、土壌の種類によって、それぞれ固有の増殖サーモグラムを示すこと、この固有の増殖サーモグラムは土壌試料の採取日が違っても再現性がよいことが明かになった。そして、この増殖サーモグラムを解析することによって、各種土壌微生物群が有機物を分解資化する際のみかけの増殖速度定数 (μ') すなわち有機物分解速度 (k_d) を把握することができた。

この土壌試料中の複合微生物系による有機物の分解について考えた場合、窒素循環、炭素循環などの物質循環系への関わりがあげられる。実際に測定した結果、野菜畑地土壌と海岸砂地土壌における有機物分解能が高いことが明らかになった。この理由として前者は日常的な施肥による有機物分解能の強い複合微生物系の形成、後者は水はけがよく栄養成分保持能が弱い環境においても栄養源を確保して生存することのできる微生物が集積した結果として有機物分解能の強い複合微生物系の形成がなされたと考えられる。この様に土壌の種類によって有機物分解能が変化することを明確に把握し、それが何によるのかという理由を明らかにすることによって、効率的に物質循環に寄与する高機能土壌の開発につながる可能性があると考えられる。

この土壌試料中の複合微生物系による有機物分解評価のもうひとつの関わりとしては、有機肥料の利用効率の向上への寄与が考えられる。窒素有機物が植物に利用されるには、まず微生物による分解代謝による無機化が先行しなければならない。今後、実際の植物の生育とこの各種土壌中の複合微生物群の有機物分解速度とのかかわりを実証する必要があるが、一般的には、植物の生育の効率化には土壌微生物の活発な増殖が不可欠と考えられている。同じ栽培土壌であるのに、野菜畑地土壌における複合微生物群の増殖速度定数は茶畑土壌におけるその約3倍であった。通常、野菜畑地土壌では有機肥料が施肥されているため、結果的に有機物分解資化に適した複合微生物系が形成される一方、茶畑土壌では土壌のpHが低いことが複合微生物群の形成に影響を与えているのではないかと推察される。近年、栽培野菜の効率化をはかるために同種の作物の連作や必要以上の施肥が行われる場合もあり、それに伴い土壌微生物種の単純化の傾向が指摘されている。⁵⁾ 万一、有害菌が優勢になれば、被害は非常に大きなものになることが予想される。一方、いくら有機肥料を施肥しても効果的に利用できず、未利用の有機物が環境汚染の原因になる場合もある。このような問題点を勘案しながら土壌微生物の増殖速度定数に及ぼす諸要因を明らかにすることによって、栽培土壌における複合微生物群の有機物利用に伴う至適な増殖速度範囲を把握する事が可能であると考えている。

文 献

- 1) T. Kimura and K. Takahashi, *J. Gen. Microbiol.* **131**, 3068-3089 (1985).
- 2) 高橋克忠, 環境科学総合研究所年報 **14**, 27-32 (1995).
- 3) 磯崎博隆, 高橋克忠, 堀口尚男, 河合文雄, 金森政雄, 環境科学総合研究年報 **15**, 27-33 (1996).
- 4) H. Horiguguchi, H. Isozaki, and K. Takahashi, *Ann. Report Interdiscipl. Res. Inst. Environ. Sci.* **16**, 41-51 (1997).
- 5) 中野政詩, 宮崎 毅, 松本 聡, 小柳津広志, 八木久義, 「土壌圏の科学」, 東京大学農学部編, 朝倉書店, pp.55-74 (1997).
- 6) G. J. Tortora, B. R. Funke, and C. L. Case, *Microbiology (Fifth Edition)*, The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc, p.664-690 (1994).
- 7) 高橋克忠, 防菌防黴誌 **24**, 313-320 (1996).
- 8) O.-A. Antoce, V. Antoce, 高橋克忠, 新田康則, 深田はるみ, 川崎東彦, 熱測定 **23**, 45-52 (1996).
- 9) O.-A. Antoce, N. Pomohaci, V. Antoce, H. Fukada, K. Takahashi, H. Kawasaki, N. Amano, and T. Amachi, *Biocontrol Sci.* **1**, 3-10 (1996).
- 10) 百瀬春男編, 「微生物工学」, 丸善株式会社, pp.98-99 (1997).
- 11) K. Takahashi, *Thermochimica Acta.* **163**, 71-80 (1990).
- 12) M. Hashimoto and K. Takahashi, *Agric. Biol. Chem.* **46**, 1559-1564 (1982).
- 13) 奥田幸子, 高橋克忠, 深田はるみ, 新田康則, 中尾英和, 切畑光統, 防菌防黴誌 **24**, 649-655 (1996).

要 旨

微生物代謝熱計測法を用いて、野菜畑地土、海岸砂地土壌、山地土壌、グラウンド土壌、茶畑土壌それぞれの有機物変換能を評価した。その結果、以下のことが明らかになった。微生物代謝熱計測法によって土壌による有機物の分解速度の違いが再現性よく把握できる。土壌の種類によって有機物の分解速度が大きく異なっている。野菜畑地土壌及び海岸砂地土壌は有機物分解速度がきわめて早い。

茶畑土壌は有機物分解能が他の土壌に比べて遅い。この評価法を用いることによって有機物分解能が非常に強い高機能土壌の開発や有機物肥料の有効利用法の開発が可能と考えられる。

古賀邦正 Kunimasa Koga
東海大学開発工学部および関西文化学術研究都市けいはんなベテランズサークル非破壊計測研究室, School of High Technology for Human Welfare, Tokai Univ. and Lab. of Non-destructive Analysis, KVC, Keihanna Academy of Science and Cultures, TEL. 0559-68-1111, FAX. 0559-68-1156, e-mail: koga@wing.ncc.u-tokai.ac.jp
研究テーマ：複合微生物の挙動把握と食品・環境分野への応用
趣味：ラグビー観戦, 散歩

平岡伸一 Shin-ichi Hiraoka
東海大学開発工学部, School of High Technology for Human Welfare, Tokai Univ., TEL. 0559-68-1111, FAX. 0559-68-1156
研究テーマ：分子生物学手法を用いた複合微生物の挙動把握
趣味：武道

金 英樹 Yeong Su Kim
東海大学開発工学部, School of High Technology for Human Welfare, Tokai Univ., TEL. 0559-68-1111, FAX. 0559-68-1156
研究テーマ：微生物熱量計を用いた土壌微生物の挙動把握
趣味：ドライブ

萩原大輔 Daisuke Hagiwara
東海大学開発工学部, School of High Technology for Human Welfare, Tokai Univ., TEL. 0559-68-1111, FAX. 0559-68-1156
研究テーマ：難分解性物質の微生物分解に関する研究
趣味：映画鑑賞

末廣康孝 Yasutaka Suehiro
東海大学開発工学部, School of High Technology for Human Welfare, Tokai Univ., TEL. 0559-68-1111, FAX. 0559-68-1156
研究テーマ：分子生物学手法を用いた複合微生物の挙動把握
趣味：テニス

坂本泰子 Yasuko Sakamoto
大阪府立大学大学院農学生命科学研究科生物物理化学研究室, 大阪府立大学大学院農学生命科学研究科生物物理化学研究室, Lab. of Biophysical Chemistry, Graduate School of Agriculture and Biological Sciences, Osaka Prefecture Univ.
研究テーマ：生物細胞の増殖活性計測
趣味：読書, 旅行

高橋克忠 Katsutada Takahashi
大阪府立大学大学院農学生命科学研究科生物物理化学研究室および関西文化学術研究都市けいはんなベテランズサークル非破壊計測研究室, Lab. of Biophysical Chemistry, Graduate School of Agriculture and Biological Sciences, Osaka Prefecture Univ. and Lab. of Non-destructive Analysis, KVC, Keihanna Academy of Science and Cultures, TEL. 0722-54-9457, FAX. 0722-50-0525, e-mail: ktakahas@biochem.osakafu-u.ac.jp
研究テーマ：生化学反応の熱力学, 生物細胞の増殖活性計測
趣味：テニス, 音楽(声楽)