

ている。筆者はノナノエート他4種のコレステリル・エステルを観察から、コレステリックの球晶は光学的に負、スメクティックのそれは正であり、球晶の光学的正負と液晶相自身の光学異方性が夫々一致することを見出した。球晶のような高次の構造においても、単結晶のもつ性質と同様の性質を示すことは、高次組織からも、それなりの情報をひき出せることを示唆する。液晶の場合の単結晶とはいかなるものか、今のところGrandjean plane textureの状態がそれに当るとしての話であるが、今日多くの生体物質が液晶として扱われているが、それらに異方性をもつ小球としての球晶が観察されるということから話が始まっているようである。とすれば、液晶における球晶の性質は今一歩仔細にしらべる意味があると思われる。両相の光学的正負の相違とコレステリック相の球晶がスメクティックへの転移で半径方向への整列から球面方向への整列へ転換する現象およびこれに同期する可視光散乱は、両相の分子の配列の仕方の相違と密接に結びついているに相異なる。

以上、飽和脂肪酸エステルのコレステリック相、スメクティック相に関する転移についての筆者の実験結果を、未だ初歩的段階ながら紹介させていただいた。20世紀の今日、電子顕微鏡というミクロの世界への強力な武器が存在するが、光学的顕微鏡の実用性も衰えるどころか

益々盛んのものである。ここにのべたサーモエレメントは本来冷却用素子として開発された熱電材料で、高温よりは低温に強い。従って、光学的熱的いずれの意味から、伝統的に光学顕微鏡を使用してきた生物学的分野で意外に適用しうる場合があるかも知れない。

## 文 献

- 1) 佐々木和子, 第4回熱測定討論会
- 2) A. Van Tets, H. G. Wiedemann, *2nd Int. Conf. Therm. Anal.*
- 3) 国久和子, 萩原清市, 第32日本化学会年会(1975); 第11回熱測定討論会(1975)
- 4) Perry, *Chem. Eng. Handbook: 油脂化学便覧等*
- 5) G. Friedel, *Ann. de Phys. (Paris)*, 18, 273 (1922)
- 6) E. M. Barrall II, J. F. Johnson, R. S. Porter, *J. Therm. Anal.* 1, 555 (1969)
- 7) G. W. Gray, *J. Chem. Soc.* 1956, 3733
- 8) K. S. Kunihisa, S. Hagiwara, *Bull. Chem. Soc. Jpn.* 49, 1204 (1976)
- 9) G. J. Davis, R. S. Porter, E. M. Barrall II, *Mol. Cryst. Liq. Cryst.* 10, 1 (1970)
- 10) R. Alben, *Mol. Cryst. Liq. Cryst.* 20, 231 (1973)
- 11) K. S. Kunihisa, S. Hagiwara, *Bull. Chem. Soc. Jpn.* 印刷中
- 12) J. L. Ferguson, *Mol. Cryst.* 1, 293 (1966)
- 13) G. W. Gray, *Molecular Structure and the Properties of Liquid Crystals*. Academic Press (1962)
- 14) E. M. Barrall II, R. S. Porter, J. F. Johnson, *J. Phys. Chem.* 71, 1224 (1967)

## 研究ノート

# 土壤微生物活性測定への微少熱量計の応用

金野 隆 光\*

土壤中には多種多様の微生物が棲息しており、微生物群を構成している。群構成の各メンバーはそれぞれ異なった作用を持ち、ときどきの環境条件に影響されて、常に消長をくり返している。個々の土壤はそのおかれている環境と履歴によって、そこに棲息する微生物群は特長を持つようになり、また、それによって土壤中の物質変化の諸過程は土壤によって差が生ずると考えられる。

農業の実際場面で生産性の高い耕地土壤を造成するためには、土壤の管理方式並びに作付方式と土壤微生物群との関連を把握し、人為的に制御する方策を探し出す必要がある。

\* 農林省北海道農業試験場畑作部：北海道河西郡芽室町 Takamitsu Konno : Upland Farming Division of Hokkaido Nat. Agr. Exp. Sta.

従来、土壤微生物作用を群として測定する方法として土壤呼吸作用測定、酸素吸収作用測定等がある。最近、熱測定装置の発達によって微生物反応の熱測定が活発に行なわれるようになった。そこで筆者は土壤微生物活性測定への微少熱量計の応用について検討を加えているが、その概要を紹介する。

## 実験方法

微少熱量計：レスカCM-502型、投下型セル使用  
増幅器：東亜電波PM-16A, 300μV range  
土 壤：褐色火山性土, 黑色火山性土, 沖積土

## 実験結果

### 1. グルコース添加量と熱発生

グルコースを土壤に添加して得られるサーモグラム(図1)は微生物の増殖の際のサーモグラム<sup>1)</sup>と本質的に同一であり、誘導期、対数増殖期及び静止期に対応する形状を示すことがわかった。

グルコース添加によって発生する熱量を積分した曲線を図2-(イ)に示した。発熱量はグルコース添加量に比例することがわかる(図2-(ロ))。

### 2. 土壤タイプ別の熱発生

3種の土壤についての熱発生を図3に示した。微生物の増殖速度は土壤間に差があることがわかる。見かけの比増殖速度及び平均細胞分裂時間を求め(表1)、土壤間の差を定量的に記述することができる。

### 3. 土壤水分含量と熱発生

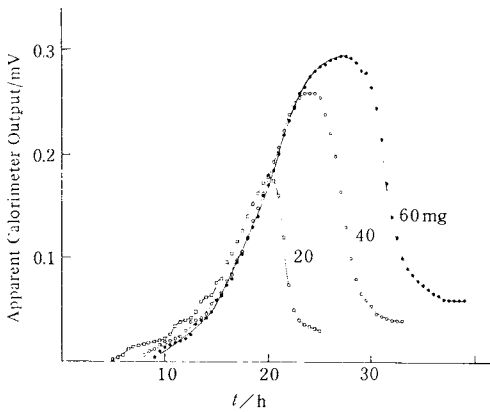


図1 グルコース添加量とサーモグラム(1)  
(褐色火山性土 10g, 水分 21.1%)  
(溶液 2ml 添加, 温度 297K.)  
(硫酸を添加してC/N比2とした)

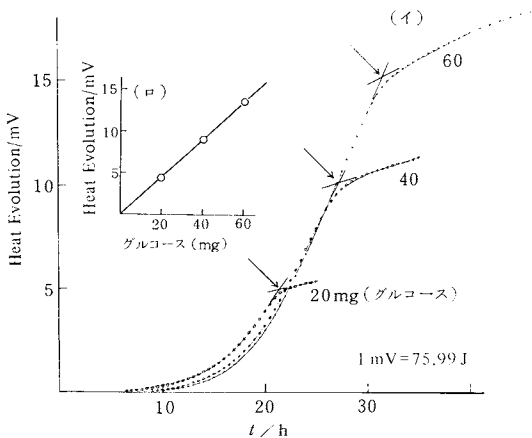


図2 グルコース添加量とサーモグラム(2)  
(イ) 図1のサーモグラムを積分した曲線  
(ロ) グルコース添加量と発熱量の関係

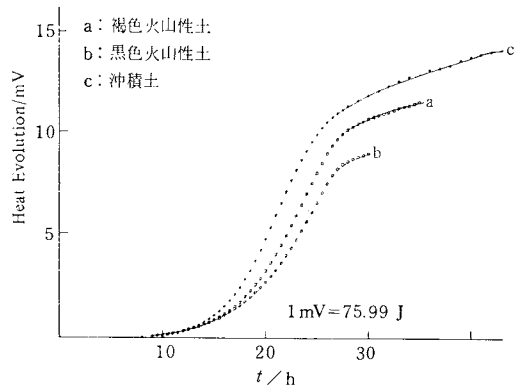


図3 土壤タイプ別の熱発生

表1 土壤別の比増殖速度及び細胞分裂時間

	土 壤	比増殖速度	細胞分裂時間
a	褐色火山性土	0.237 h <sup>-1</sup>	2.92 h
b	黒色火山性土	0.211	3.29
c	沖積土	0.326	2.13

土壤水分含量を変えて検討した結果(図4), 最大容水量に対して40~80%の間では土壤水分が多くなるにつれてみかけの比増殖速度が高くなるが, 飽和水分含量になると急激にその活性が低下した。また, 土壤水分が40~80%の範囲では全発熱量がほぼ同じであるのに対し, 飽和水分含量での全発熱量は沖積土では低下し, 褐色火山性土では高くなった。これは好氣的条件での微生物増殖過程と嫌氣的条件でのそれとが異なることに対応していると考えられるが, 土壤間の違いについてはなお検討を要する。

### 4. 菌増殖の窒素依存

グルコース添加量を一定としN添加量を変えて熱発生を測定した(図5)。N添加量を減らしていくとみかけの比増殖速度が低下し, また, グルコースが残っていても増殖が停止することがわかる。

Lineweaver-Burk プロット<sup>2)</sup>(図6)から, 土壤菌の増殖過程を動力学的に解析できることがわかる。このプロットから菌体合成の際に取り込まれる土壤N量, 最大増殖速度( $\mu_m$ )及び増殖速度が半分になる時のN量( $K_s$ )が求められた。

N添加量が少ない条件では菌体合成量は添加N量に比例すると仮定して式を導き, 実験結果とよく一致した(図7)。この図からNを十分に添加した場合に菌体に取り込まれるN量( $N_0 + N_s$ )と, N無添加の場合に菌体に取り込まれるN量( $N_0$ )の比から, Nを十分に添加した場合にはN無添加に比し, 菌体合成量が5倍になることが推定された。

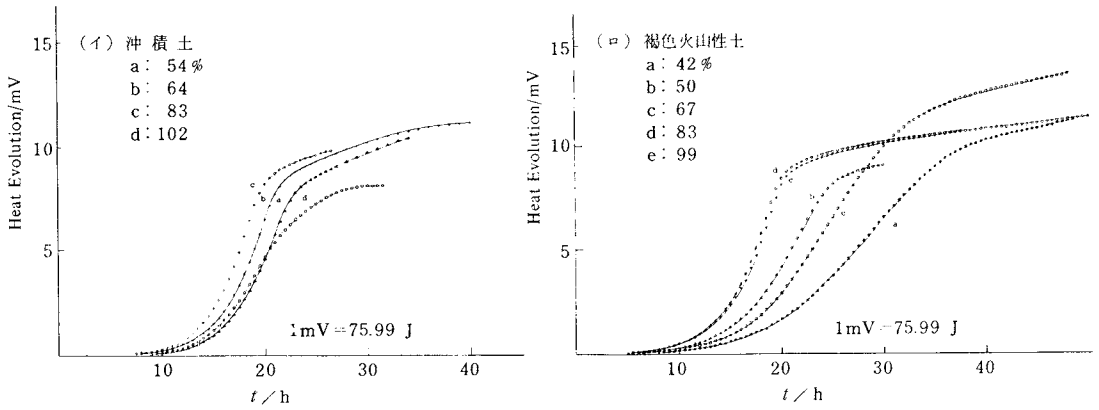


図4 土壌水分と熱発生

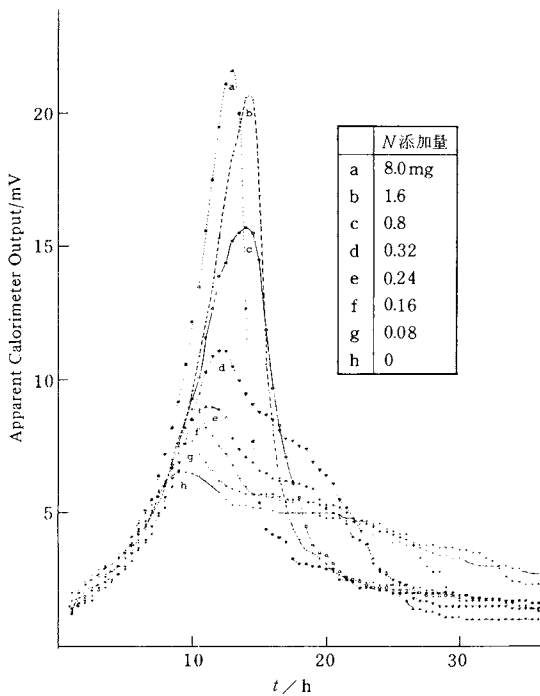


図5 菌増殖の窒素依存

5. 前培養による微生物活性の測定

基質が同一量で菌の接種量を変えた場合のサーモグラムは時間軸に対して平行移動することはすでに知られている<sup>3)</sup>。土壌においても同じ法則があてはまるかを調べた。グルコース添加量を変えあらかじめ前培養した土壌に一定量のグルコースを添加して得られたサーモグラムを図8に示した。図から土壌においても菌数が多いとサーモグラムが時間軸に対して左側へ平行移動することが

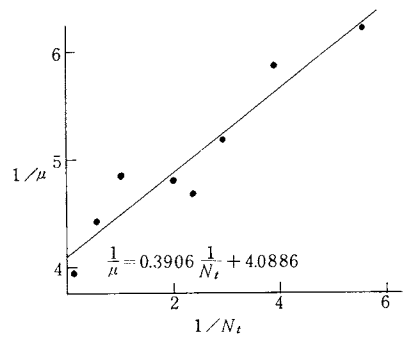


図6 Lineweaver-Burkプロット

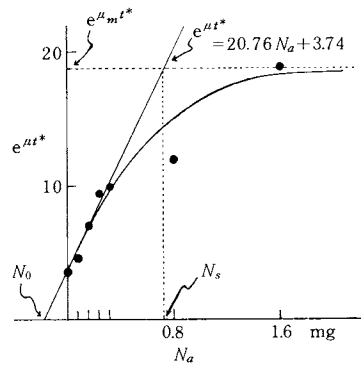


図7 N添加量と菌体合成

わかる。

前培養におけるグルコース添加量と時間のズレとの関係式を導き、これが適用できることを認めた(図9)。この図の縦軸は前培養によって土壌菌数が何倍になったかを示す数字である。この実験ではグルコースを4mg添加して前培養すると2.5倍に、8mg添加すると3.8倍になったことを示している。

微生物活性の高い土壌では図9の勾配が小さくなるこ

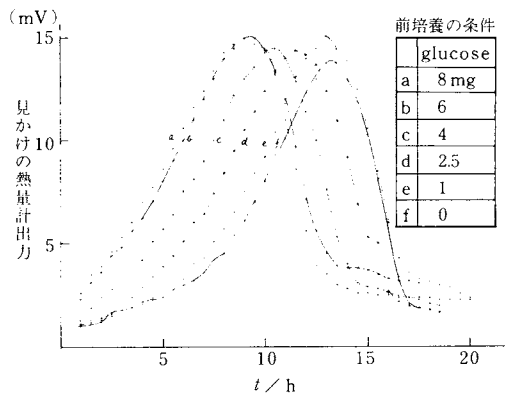


図8 前培養による微生物活性測定法

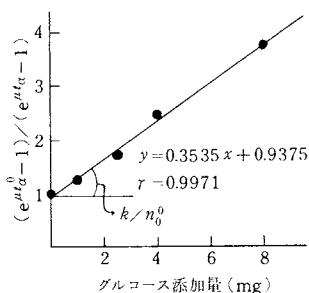


図9 グルコース添加量と菌体合成

表2 用語の説明

- $\mu$  : 菌の増殖速度
- $\mu_m$  : 菌の最大増殖速度
- $K_s$  :  $\mu_m/2$ の時の $N$ 量
- $N_0$  : 土壌中の $N$
- $N_s$  : 菌体に合成される添加 $N$
- $N_a$  : 添加した $N$
- $N_t$  :  $N_0 + N_a$
- $t$  : 時間 (h)
- $t^*$  : 菌の増殖が停止する $t$
- $t_\alpha$  : 同一発熱量の $t$
- $t_\alpha^0$  : glucose無添加の $t_\alpha$
- $n_0^0$  : 原土の菌数
- $k$  : glucose 1mgから合成される菌数

とが予想され、従ってこの勾配の逆数( $n_0^0/k$ )は原土壌の微生物活性の大きさを現わす尺度になると考えた。

本研究は大阪府大へ国内留学して高橋克忠博士の指導のもとで行なったもので、ここで厚く感謝の意を表します。

文 献

- 1) K. Takahashi, *Agr. Biol. Chem.* 37, 2743 (1973)
- 2) 伊藤重一, 橋本 衛, 高橋克忠, 第8回熱測定討論会要旨集 p.74 (1972)
- 3) 橋本 衛, 高橋克忠, 日本農芸化学会関西支部例会, 第278回講演会 (1972)

<新刊書>

化学熱力学選定データ集

Selected Values of Chemical Thermodynamic Properties  
 - NBS Technical Note 270 -

発行：堀越研究所 B5版上製函入 上巻415頁  
 限定出版 1部(上巻) 20,000円  
 申込先：科学技術社 113 東京都文京区湯島1-5-31 第一金森ビル内  
 電話 03-815-8186