

微生物の生態

(1)

—方法論をめぐって

微生物生態研究会 編

微生物の生態 (1)

—方法論をめぐる—

微生物生態研究会 編

東京大学出版会

学術書刊行基金

はじめに

近年、微生物の生態に寄せる期待と関心が、国内および国外において急速に高まりつつあり、その理由の一つに環境問題をあげることができる。1971年に発足した国際微生物生態学委員会(International Commission of Microbial Ecology)においても、その設立趣旨のなかで、環境汚染と保全に対する微生物学の重要性を強調している。しかしながら、環境汚染や保全の問題は、われわれの自然関与の一局面であり、その理解を通じて、より広い自然認識への道が志向されることが重要である。

自然の場の運動に際して、生物の果たす役割の大きいことについては論をまたない。そのなかでも、存在する種の多様性、および機能の多様性から考えて、また存在する数の大きさから考えても、微生物の占める役割の大きいことは周知のことである。したがって、自然の場に対する認識を深めるには、微生物の生態についての知識は欠くことのできないものである。このことは、一方では水界領域での過剰増殖による微生物の汚染性からも、他方には工場廃水や農薬による環境汚染の例にみられるように、環境の修復や保全に微生物が重要な鍵を握っていることから明らかであろう。

ところで、自然の場における微生物の生態をとり扱う場合、当然のことながら、微生物を単なる“機能の集合体”^{*}としてではなく、諸機能が統一的に組織化されている“生きもの”としてみる観点が導入されなければならない。このような意味で、1950年代に、微生物についてその生物性の“復活”が重要で

^{*} 1930年から1940年代にかけて、生化学の発展とともに、微生物は諸種の酵素をつめた袋であるとみる物質的な見かたが主流を占めた。

あることが、英国の Woods 一派やわが国の植村定治郎一派によって指摘された。そして、いまから 10 数年前に、数少ない関連分野の研究者の交流の場として、微生物生態研究会が組織され、1960 年には東京大学応用微生物研究所シンポジウムにおいて「微生物の生態」がテーマにとりあげられた。同時に、関連各分野でも、土壤微生物研究会、水産微生物シンポジウム、微生物生態シンポジウムなど、種々の活動が行なわれてきた。

以上のような学問的ないしは社会的な背景のもとに、微生物生態の重要性がわが国でもしだいに認識されてきた。そして今日、微生物学者と生態学者の有志は微生物生態の学問的内容をさらに深める必要を感じ、微生物生態についての研究会を統一的に組織しようとする気運が高まってきた。こうしたなかで、たまたま 1971 年、文部省科学研究費（総合研究 B）が得られたことを契機にして、班員による数度にわたる研究会を経て、翌 1972 年に第一回微生物生態シンポジウムが開催されるにいたったのである。

本書は、そのときのシンポジウムをもとにした論文を収録したものである。

以上の経過が示すごとく、国内国外において、にわかに微生物生態学に対する期待と関心が高まってきたのであるが、この学問分野はまだ生まれたばかりの幼年期にあるというのが実態である。すなわち、微生物を生態学的にとり扱うということはどういうことであるのか、自然の場における微生物の動態はどのような方法論ないしは技術論によって把握することができるのかなど、解決しなければならない基本的課題が山積しており、体系化への道はなお遠いとい

わねばならない。

微生物の増殖や機能について、試験管内において得られた認識を自然の場に移そうとする場合、そこには予測しがたい技術上および理論上の諸問題が待ちうけている。たとえば、ある土壌の部位にすむ微生物（細胞）集団を推定しようとする場合を考えてみよう。平板培養法を用いて一細胞から集落を形成させ、集落の数から元の細胞数を推定する手段をとるとすれば、そのときに使用する培地の選択によって、培地上に集落を形成しうる微生物種は限定されたものになる。さらに、共存する他種微生物による相互作用によって、それぞれの微生物種を単独に計数した値の総和とは異なった値が得られるであろう。また、直接検鏡法で顕微鏡下に全細胞数を計測する場合も、生細胞と死細胞の判別が困難であったり、糸状菌の計測に困難を感じたりする。計測に用いる技法の限界を十分に認識することなしには、純粋培養での技法を直ちに自然の場に適用することは、きわめて大きな危険をおかすことになる。

あるいは、自然状態における特定の微生物の生理的性質を知ろうとする場合を考えてみよう。もし、純粋培養によってしらべたとすれば、純粋培養下で現われる微生物の性質が、自然条件下のものとの範囲で相同であるかについて検討することが必要である。その検討を通じて、自然の場と純粋培養とにおける条件の差異が明らかにされなければならない。つまり、無機的環境として自然条件ではどのような新たな要因を考慮に入れる必要があるか、また、自然の場における混合培養の状態では単菌の純粋培養のそれとどの点で異なるか、などについての知見が得られなければならない。高等動・植物においては、しば

しば形態を生作用 (biological action) の指標として利用するが、形態が単純である微生物においては、機能と形態の対応関係は直視的には成り立ちにくい。すなわち、ある微生物種を自然の場において識別しても、そのことは直ちにその微生物の自然の場における生作用を決定することにつながらない。さらに、自然条件下において微生物という言葉のもつ範囲は、きわめてあいまいになるだけではなく、高等動・植物や無機的环境と緊密な相互作用をもち、相互依存系を形成しているので、微生物の生作用の及ぼす範囲を決定することはきわめてむずかしい。微生物の生作用を *in vitro* から *in situ* へ転じた場合、さらに多くの諸問題をはらむであろう。

本書では、このとりとめもない実体を複雑多様な自然環境下においてとり扱う場合の諸問題について、研究者それぞれの側面からどのようにアプローチしていくかという、いわば方法論を中心として述べている。純粹培養技法に基づく単菌レベルでの微生物の性質と、自然条件下における混合状態の微生物の異同の吟味；微生物のカテゴリーを従来のバクテリア、カビ、酵母から、さらに微小藻類、原生動物にまで拡大すべきことの強調；微生物種間の相互作用；微生物と高等動・植物との相互関連；微生物の収集および識別方法；従来の純粹培養技法以外の生態的検索技法の確立；場との関連における微生物の特性の解析；これらについて、各著者は具体的な事象に基づいて、それぞれの立場から論述しており、従来の一般微生物学にはみられないユニークな方法論、技術論の開発を志向している。

微生物生態学は、すでにつくられている科学というよりは、これからつくら

れるべき科学であるという意味において、編者はこの本の題目を“微生物の生態”とし、あえて“学”という言葉をつけなかった。すべての学問の形成過程がそうであるように、微生物生態学もまた、これが自然環境と人為環境の中にあるかぎり、さまざまな学問分野と接触していくであろう。この学問が既成の学問を批判し、また批判されながら、たくましく成長してゆくことを願ってやまない。

本書の刊行にあたっては、昭和 48 年度文部省科学研究費補助金（研究成果刊行費）の交付を受けた。

微生物生態研究会

目 次

はじめに

微生物生態学への一提言 ——微生物学の再出発——

植 村 定 治 郎

1 環境汚染と微生物生態学	1
2 微生物生態学の両側面	2
3 微生物生態学のあるべき性格	6
文 献	13
討 論	13

海洋における無機態窒素の酸化-還元

服 部 明 彦

1 はじめに	17
2 海洋の窒素代謝と亜硝酸	18
3 沿岸水域での亜硝酸の分布	19
4 赤道付近での亜硝酸の分布	25
5 亜硝酸の生成・消費の測定	27
6 表層付近での亜硝酸の生成	29
7 深層での亜硝酸の生成	31
8 考 察	32

文 献	34
討 論	35

湖水の生態系における植物プランクトンと バクテリアとの関係

門 田 元, 田中 信彦, 中西 正己

1 はじめに	37
2 対象水域の環境条件	38
3 バクテリアの現存量および活性の鉛直分布	39
4 植物プランクトンの現存量および光合成活性の鉛直 分布	41
5 植物プランクトンの有機物分泌活性とバクテリアの 分布	43
6 グリコール酸利用バクテリアの分布とグリコール酸 利用活性	45
7 む す び	47
文 献	48
討 論	48

植物プランクトン群集の生産と分解の相互関係
 ——とくに湖沼生態系における栄養塩回帰との関連——

坂 本 充

1 はじめに	51
2 基礎生産活動の維持における他栄養生物群の役割	52
3 自然水域における生産支配因子としての栄養塩	54
4 湖沼における植物プランクトン群集の生産と消費, 分解	55
5 琵琶湖における生産と分解の量関係	56
6 諏訪湖における生産と分解の量関係	60
7 今後に残された問題	66
文 献	69

水圏生態系の食物連鎖と微生物

手 塚 泰 彦

1 はじめに	71
2 細菌と動物プランクトンの間の食物連鎖	72
3 細菌と原生動物の間の食物連鎖	79
4 細菌, 原生動物, 動物プランクトンの間の食物連鎖	83
5 今後の問題点	85

文 献	86
討 論	87

ホルモンを中心としてみた高等植物と微生物

柳 島 直 彦

1 はじめに	89
2 生理学と生態学の関係	89
2-1 問題のありか	89
2-2 ホルモン研究の問題点	90
2-3 ホルモン研究の方法	91
3 菌類におけるホルモンによる調節機構	92
3-1 菌類のホルモン	92
3-2 高等植物ホルモンの微生物に対する意味	94
4 酵母菌に対するオーキシンの作用	96
4-1 オーキシンによる形態的変異の誘導	96
4-2 酵母菌の cell expansion に対するオーキシンの作用	97
4-3 オーキシン作用の機構	98
4-4 酵母菌のオーキシン反応性の生物学的背景	99
4-5 まとめ	101
5 ホルモン作用を通した種々の生物の相互関係	101
6 む す び	103

文 献	103
討 論	105

活性汚泥の微生物学的研究技法の問題点

倉 石 衍

1 はじめに	107
2 活性汚泥の構造	110
3 活性汚泥の細菌の分離について	112
3-1 計数方法	117
3-2 汚泥の破壊	117
3-3 計数培地	120
4 菌の同定	121
5 活性汚泥の混合系としての解析の困難性について	121
6 む す び	124
文 献	125
討 論	127

懸濁細菌系の解析技術

須 藤 恒 二

1 はじめに	129
--------------	-----

2 ルーメン微生物系	130
3 直接検鏡法	132
4 生菌計数法とその限界	133
5 細菌区分の再分画法	134
6 電気泳動法	137
7 向流分配法	137
8 免疫学的手法	139
9 基質附着性	139
10 む す び	142
文 献	143

水田土壌における硫酸還元菌の分布と活性

古 坂 澄 石

1 はじめに	145
2 水田土壌中の微生物の分布様式	147
2-1 酸化還元電位と微生物の不均一分布	147
2-2 硫酸還元菌の分布および存在様式	148
3 水田土壌中の硫酸還元菌の活性	155
3-1 Hydrogenase 法による硫酸還元能の測定	155
3-2 単離した <i>Desulfovibrio desulfuricans</i> を用いての	

モデル実験	157
4 総括および論議	157
4-1 硫酸還元菌の生育に必要な嫌気的な場の形成	158
4-2 硫酸還元菌の生育と凝集体の形成	159
4-3 共存する他の微生物との関係	159
文 献	160
討 論	161

微生物を中心とした場の解析

栗 原 康

1 場について	163
2 微生物の環境	164
3 場の解析について	165
4 主動性の検索と検証	167
5 <i>in vivo</i> と <i>in vitro</i>	169
6 モデル動物による主動要素の抽出	171
6-1 ルーメン細菌	171
6-2 ルーメン原生動物	174
7 人工モデルによる解析	177
8 モデル動物と人工モデル	182
9 む す び	184

10 今後の問題	185
文 献	187
おわりに	189
第二回, 第三回(微生物生態シンポジウム)プログラム	190
本書に収録されている表および図一覧	193
索 引	197
著者紹介	203

微生物生態学への一提言

—微生物学の再出発—

植村 定治郎*

1 環境汚染と微生物生態学

周知のように、現在、環境汚染の問題は人間の生命を脅かす直接的な危機としてとらえられるにいたり、人間の生産活動の規制をはじめ、ベトナム戦争を自然環境の破壊としてとらえるほどに、価値観基準が変化することまでおよんでいる。また、この問題は微生物学の面では、一方では生物学的に生きものとしての微生物の地位を高める契機となり、他方では、いわゆる微生物生態学に新しい息吹と注目を喚起する効果を与えている。

国際微生物学連合 (International Association of Microbiological Societies: IAMS) も 1970 年の第 10 回国際微生物学会議 (メキシコ) で国際微生物生態学委員会 (International Commission of Microbial Ecology: ICOMI) を設置することとし、現在わが国からも栗原康教授がその委員になっている。この委員会も環境汚染を契機として設置されたので、その課題も第一に環境汚染またはその修復に関する微生物の研究をあげ、次いで微生物生態学そのものの発展をうたっているが、これをいまから 10 年前の第 8 回国際微生物学会議 (モントリオール, 1962 年) で設置された国際経済および応用微生物学委員会 (International Commission on Microbiology and Applied Microbiology: ICOMAM) の活動に引きつらなければならない。

* 元 岩手大学

物学委員会 (International Committee of Economic and Applied Microbiology: ICEAM) にくらべると、後者は、当時大きくとりあげられた将来の人口増殖と食糧の危機の問題を契機として設置されており、人間の生産活動の旺盛化をうたう積極性をもつのに反して、前者の生態委員会の設置意義は非常に消極的であるといえる。

同じく約 10 年前からユネスコの行なっている国際生物プログラム (International Biological Program: IBP) 事業も、自然の生産力あるいは人間の能力の向上を目指して食糧危機に備えようとしたものであり、きわめて積極的な意義をもつものであった。すなわち、10 年前は人間ならびに自然の生産力の増大が強調された結果が、いまや人間を含めた自然の自己調節能——自浄作用の認識の強化を招いたわけで、このようにみえてくると、この 10 年間の変遷は非常に興味深い。

2 微生物生態学の両側面

このような環境汚染の問題は別にして、微生物生態学が現在どのように発展しつつあるかをみると、大きく分けて微生物学側からと生態学側からの 2 つの側面から検討できるようである。

まず、微生物学の側からみると、現在はその発展から自然系の微生物についてもその成立を解明しうる予測をもつにいたった段階にあって、その成果に立つ微生物生態学とみることができる。

すなわち、単に自然における微生物の存在を記載したり、その分布を調査するだけではなく、それらの微生物系の成立（機能も含めて）を支配する法則をも明らかにしうる見とおしができた点にあるといえる。戦後、数多くの微生物の人工培養が可能となり、またその増殖の状態を観察、計測する機器類も一般化して微生物の増殖過程の解析も普及し、その増殖と環境要因との関係も解析しうる問題としてとりあげられるようになった。とくにまた、1937 年頃からの微生物の酵素能あるいは代謝能が環境要因によって変化するという生化学的知識の確立から、自然的環境にある微生物系についても当該微生物の増殖のみ