

放線菌の生態と機能

誌名	農林水産技術研究ジャーナル
ISSN	03879240
著者名	蘭,道生
発行元	農林水産技術情報協会
巻/号	8巻7号
掲載ページ	p. 14-18
発行年月	1985年7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



放線菌の生態と機能

蘭 道 生

九州・筑後では、3月中旬を過ぎると、日増しに暖かくなり、麦やソラマメ、エンドウ、タマネギなどがみるみるうちに大きくなっていく。そして、土に顔を近づけると、冬の間は感じられなかった土の香りがただよってくる。これは放線菌が冬の眠りからさめて土の中で活動しているときに放つ特有の香りである。

土壌には多種多様な微生物が住んでいるが、土壌の環境条件の違いを反映して、それぞれの土壌群において特徴ある微生物フロアを構成している。また、作物根圏では作物根の影響を受けて、土壌の微生物フロアを基盤として、作物にそれぞれ特有な根圏微生物フロアが構成され、それらは作物の生育ステージにより相違すること等が知られている。一般に土壌の微生物は季節的に変動し、また施肥・有機物・水管理その他、各種の土壌管理の違いによっても変動することが知られている。

土壌放線菌も微生物フロアの一つの構成グループとして、土壌の種類の違いによるフロアの違いが明確に見られ、また他の微生物群ほど、変動は大きくはないが、季節変動、管理による相違も知られている。

放線菌は生育の過程で1ミクロン前後のフィラメント状の菌糸を作る。糸状菌に比べて菌糸の幅が $\frac{1}{10} \sim \frac{1}{6}$ であるため、土壌粒子のこまかい孔隙の中まで入り込み、そこで生活することができる。これに反し、糸状菌は菌糸が太いため土壌団粒の表面をほうにとどまる。糸状菌が主として新鮮有機物の周りを中心として生活するのに反し、放線菌はさらに分解の進んだ有機物の残渣や土壌粒子付近を生活の場としており、リグニン等の難分解性有機物も分解するといわれている。また細菌は有機物および土壌粒子の周りに広く生活の場を持っているものとみら

Michio ARARAGI: Ecology and function of actinomycetes.

れる。

このような性質をもつ放線菌は、自然界に広く分布しているが、その最大の住みかたは土壌である。特に最も大きな菌数が得られるのは畑の表層土であり、特にpHが中性付近で有機物含量の高い通気の良い土が好適な住みかたとなる。逆に酸素の少ない水田では菌数が少ない。また一般的にpHの低い作物根圏では放線菌数は相対的に低いレベルにある。

日本の畑地土壌を火山灰土壌と非火山灰土壌に分けて調べると、糸状菌菌数は両土壌間で変わらず、放線菌は火山灰土壌で乾土1g当り 85×10^5 (29点の平均値)、非火山灰土壌で 47×10^5 (26点の平均値)であり、逆に好気性細菌は非火山灰土壌で 233×10^5 、火山灰土壌では 165×10^5 で非火山灰土壌で高い値を示す。好気性細菌／放線菌の比率は非火山灰土壌で7.28、火山灰土壌で2.21と大きな開きを示した。一般に水田では畑に比べて、放線菌のレベルが低く、また糸状菌のレベルも低い。逆に細菌数は水田で高い値を示す。

放線菌フロアの土壌間差異

各種の土壌が持つ固有の性質はそこに住む微生物に大きな影響を与え、各々の土壌は特徴ある微生物フロアを構成している。一方、農耕地においては微生物に変化をもたらすような土壌管理が行なわれているが、種々の土壌管理が土壌の微生物にどの程度の変化を与えているかを見定めることはなかなか難しい問題である。

1. 非火山灰土壌と火山灰土壌間の相違

全国各地の非火山灰土壌および火山灰土壌のそれぞれ畑地土壌をその付近の未耕地土壌と対応させて計66の土壌を集め、未耕地土壌の放線菌フロアの特徴、及びそれを耕地化した場合の変化を調べた。季節変動をなくするため土壌試料を同時期、同様の方法

第1表 形態、培養、生理的性質各陽性を示す放線菌の比率

分類基準	火山灰土壌		非火山灰土壌		畑地：未耕地の比較		火山灰：非火山灰土壌の比較	
	畑地	未耕地	畑地	未耕地	火山灰	非火山灰	畑地	未耕地
	(A)	(B)	(C)	(D)	(A)―(B)	(C)―(D)	(A)―(C)	(B)―(D)
	平均	平均	平均	平均	両土壌	両土壌	両土壌	両土壌
	(%)	(%)	(%)	(%)	間の差	間の差	間の差	間の差
らせん形成	13.5	11.1	11.5	8.9	2.4	2.6	2.0	2.2
濃褐色色素生産	20.9	19.2	12.6	11.5	1.7	1.1	8.3**	7.7*****
プロテアーゼ	44.7	45.4	46.1	44.5	0.7	0.6	1.4	0.9
アミラーゼ	52.4	34.0	61.8	35.2	18.4*****	26.6*****	9.4	1.2
セルラーゼ	24.6	8.4	29.0	8.3	16.2*****	20.7*****	4.4	0.1

***** 0.1% 水準で有意差有り

**** 0.5% 〃

** 2.5% 〃

で集め、各土壌から放線菌を無作為に50株ずつ拾いあげ、その性状を調べた結果を第1表に示した。

供試土壌を火山灰土壌と非火山灰土壌に、さらにこれらを畑地と未耕地に分けて比較すると、濃褐色色素生産 (chromogenesis) を基準としたとき、陽性菌の比率は、火山灰土壌 > 非火山灰土壌の関係があった。また、この関係は畑地よりも未耕地において一層明瞭であった。らせん形成、プロテアーゼ、アミラーゼ及びセルラーゼを基準とした場合は、火山灰土壌と非火山灰土壌との間に有意の差は認められなかった。

以上のことから、火山灰土壌と非火山灰土壌の間では、放線菌フロラは species の段階で異なることが示唆された。

2. 畑地と未耕地土壌間の相違

畑地と未耕地の相違を火山灰土壌群と非火山灰土壌群とに分けて比較すると、有意差はアミラーゼ及びセルラーゼを基準とした場合にのみ認められ、火山灰土壌及び非火山灰土壌共に各陽性菌の比率は高水準で畑地 > 未耕地の関係が認められた。

以上から、畑地と未耕地の間では、放線菌フロラの species には大きな相違はなく、畑地化により、放線菌はアミラーゼ及びセルラーゼの酵素活性を示すものが多くなる傾向がみられた。

3. 季節変動

一般に土壌の生物相は季節変動をすることが知られているので、東北、中部、九州地域のそれぞれ非火山灰、火山灰地帯の未耕地及び耕地から2か月毎に土壌を採取し季節変動を調べた。

微生物の菌数は一般に春と秋にピークがあり、夏

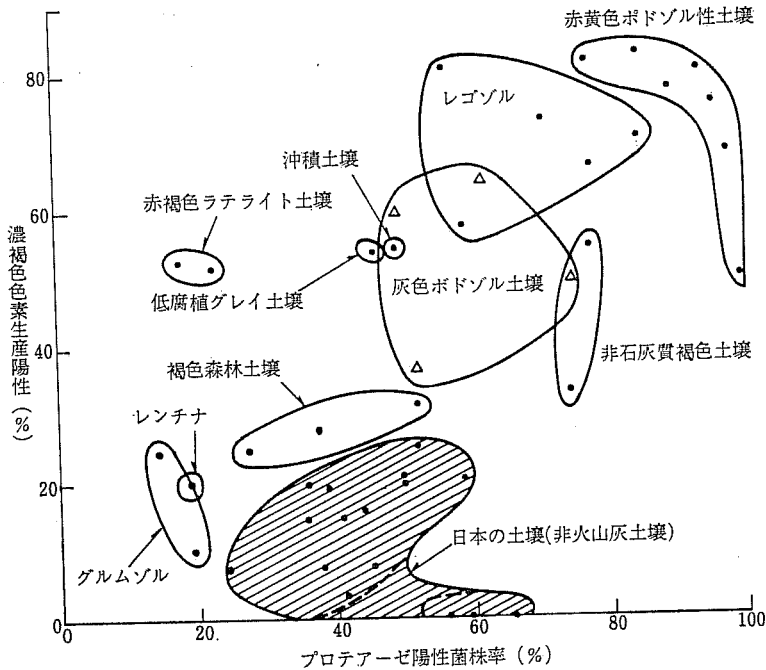
期と冬期に低下するが、放線菌は低水分に耐性であるため、土壌によっては夏期にそれほど菌数が低下しない場合があった。非火山灰土壌の未耕地では夏期に放線菌数の低下がみられず、むしろ増加していることを除けば、従来の結果とほぼ一致し、春と秋に菌数が多い傾向がみられた。

土壌中における放線菌フロラの年間変動は、土壌により、また、放線菌の各グループにより区々であったが、主として梅雨期とそれに続く高温、低水分の夏期との間で著しかった。しかし、巨視的にみればある土壌の放線菌フロラの特徴は年間を通じて保たれながら推移し、急激な変化は起らず、徐々に変化する特徴が見られる。有機物の周りや、土壌の表層および根圏では大きな変動があるが、土壌は環境の激変を和らげる作用があり、また放線菌の生育速度は細菌や糸状菌に比べて遅いので外的環境の変化への対応が遅く、放線菌数の急激な変動が抑制される傾向がある。

Streptomyces sp. (volcanogenus) は、供試した非火山灰土壌からは年間を通じて1株も検出されなかったが、火山灰土壌からは、多数検出された。特に火山灰の未耕地土壌で高率に検出された。*S. lavendulae* は非火山灰土壌で、より高率に検出された。

S. ruber は厨川 (未耕地, 畑地) と古館 (畑地) にもみ検出され、他の土壌からは検出されなかった。Rehm の報告によれば寒地の土壌で *S. ruber* が優勢に分布しており、気候の影響とみられる。

S. lavendulae, *S. griseus*, *S. alaus* は全土壌に広く分布していた。外国では *S. lavendulae* はチエルノーゼムで優勢種となっており、また *S. griseus*



第1図 濃褐色色素 (chromogenesis) およびプロテアーゼ生産を基準にした場合の熱帯と温帯畑地の放線菌フロラ

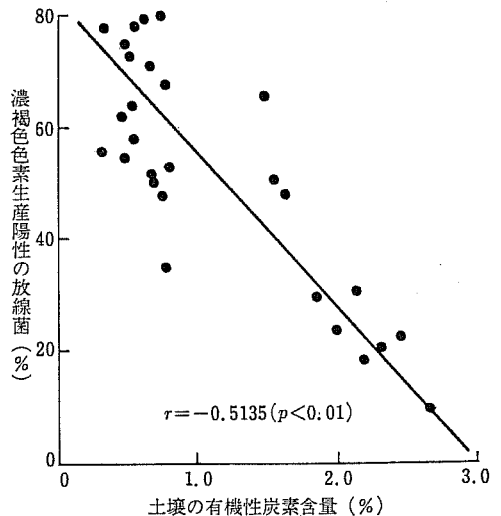
は一般的に世界各地で多くの土壤の優勢種である。

4. 本邦土壤と熱帯土壤 (タイ国) の比較

日本の畑土壤の放線菌は以上のものであるが、同じ手法でタイの土壤について、一つの土壤から放線菌を50株ずつ分離し、日本の土壤と比較した。分離した放線菌のうち濃褐色色素生産及びプロテアーゼ活性陽性を示す放線菌の全放線菌に対する比率を土壤ごとにプロットし第1図に示した。①日本の土壤とタイの畑土壤との間には明確な相違がみられた。②タイ畑土壤群間にも明確な相違がみられ、また③その相違の幅は日本の畑土壤に比べて大きかった。濃褐色色素生産菌株率は熱帯土壤において高く、特に有機物含量の低い赤黄色ポドゾル性土壤やレゴゾルにおいて高率であった。有機物含量が比較的高いレンチナやグルムゾルでは、日本の土壤と同程度の低い値を示した。また、プロテアーゼ活性陽性菌株率は、窒素含量の低い土壤で高い傾向を示した。第1図は熱帯と温帯の畑土壤における放線菌フロラは根本的に異なる種類から構成されていることを示している。

第1図にみられた、土壤の有機物含量と濃褐色色素生産性の放線菌との関係をより明確にするために、土壤の有機性炭素含量に対するその土壤の濃褐色色

素生産陽性の放線菌数が全放線菌数中に占める割合 (%) を調べた結果、第2図に示すように、両者の間には1%の有意水準で負の相関がみられた。すなわち濃褐色色素生産陽性の放線菌数は有機性炭素含量の低い土壤で多い傾向がみられた (第2図)。



第2図 熱帯畑地における濃褐色色素生産陽性の放線菌の全放線菌に対する比率と、土壤の有機性炭素含量との関係

土壌の種類と放線菌の属の構成

日本の畑土壌から分離した放線菌について一部を除き属の同定をしなかったが、水田土壌では落水後の秋の試料15点の平均で *Streptomyces* が 79.3%, *Micromonospora* 13.9%, *Streptosporangium* 4.3%, *Nocardia* 2.5%, *Microbispora*, 0%, 同じく春採取の場合は秋と大きな差異がなく、それぞれ 74.6, 13.7, 7.9, 2.6, 1.2% を示した。また、泥炭土壌の放線菌は属では *Streptomyces* が全体の約 70%, *Micromonospora* が 27%, *Nocardia* が 3% で *Micromonospora* の比率は他の土壌に比べて高比率であった。また、ある種の泥炭では全体の60%以上が *Micromonospora* によって占められた。

一般的に土壌の乾燥がきびしくなればなるほど *Streptomyces* の比率が高くなり、気中菌糸を形成しない放線菌の比率が低くなる傾向が認められた。

抗生物質生産性と土壌の理化学性

放線菌は抗生物質生産の面で特異なグループであ

り、市販されている抗生物質の7割以上は放線菌によって生産されるといわれる。抗生物質生産性の放線菌の出現頻度はそれを分離した土壌により大きな差がある。しかし抗生物質生産性の放線菌と土壌の理化学的性質との関連については、ほとんど知られていない。

筆者は土壌の種類別に集めたタイ国畑地から分離した1,240株につき10種の試験菌を用いて抗菌作用を調べた。抗生物質生産菌の検出頻度は土壌によって異なり、赤黄色ポドゾル性土壌、レゴゾル、灰色ポドゾル性土壌、赤褐色ラテライト性土壌では低い値を示した。これに対して、有機物含量がやや多く、最大容水量の大きい褐色森林土、グルムゾルおよびレンチナでは高い比率を示した。そこでその関係を見ると、土壌の有機性炭素含量および土壌の最大容水量と、グラム陰性の細菌に抗菌作用を示す放線菌の比率との間に、それぞれ1%または0.1%水準で相関がみられた。すなわち土壌の有機性炭素含量が高く、最大容水量の大きい土壌から分離した放線菌は、グラム陰性の細菌に抗菌作用を示す放線菌が高頻度に検出された。逆に有機性炭素含量が低く、最大容水量の小さい土壌では、グラム陰性の細菌に抗

第2表 グラム陰性細菌、グラム陽性細菌および放線菌の菌数に及ぼす土壌水分の影響

土 壌 群	水分 条件	グラム陰 性細菌 ($\times 10^4$)	グラム陽 性細菌 ($\times 10^4$)	放 線 菌 ($\times 10^4$)	グラム陰性 細菌/グラ ム陽性細菌	グラム陰 性細菌/ 放線菌
赤黄色ポドゾル性土壌	20*	8.3**	169**	398**	0.049	0.021
	40	18.0	215	285	0.085	0.063
	60	24.3	273	353	0.089	0.069
レゴゾル	20	27.3	217	268	0.126	0.104
	40	32.5	208	300	0.156	0.108
	60	38.5	212	278	0.182	0.139
灰色ポドゾル性土壌	20	44.3	368	1,143	0.120	0.039
	40	53.5	292	1,040	0.183	0.051
	60	80.3	220	1,090	0.365	0.074
褐色森林土壌	20	88.8	472	388	0.188	0.228
	40	234	216	465	1.08	0.503
	60	172	198	308	0.869	0.559
グルムゾル	20	302	283	420	1.07	0.720
	40	121	494	175	0.245	0.690
	60	217	146	570	1.49	0.380
レンチナ	20	91.3	196	273	0.466	0.335
	40	267	128	425	2.09	0.628
	60	134	364	308	0.368	0.434

* 水分条件は最大容水量の20, 40, 60%に調整。

** 乾土1g当りの菌数。

菌力を示す放線菌の比率は低かった。前者の土壤群では土壤の団粒構造が発達しており、後者の土壤群では発達していない。一方、グラム陰性の細菌は土壤団粒内部に比較的多く生息し、その菌数は水の規制を受けることが多いとされている。また一方、糸状菌の数が少ない水田土壤では、糸状菌に抗菌作用を示す放線菌の全放線菌に対する比率が低い結果が得られている。そこで、これらの土壤における放線菌とグラム陰性および陽性の細菌の菌数の関係を調べた。

第2表に示したように、グラム陰性の細菌に対して抗菌力を示す放線菌の比率が低い土壤として、赤黄色ポドゾル性土壤、レゴゾル、及び灰色ポドゾル性土壤を代表として選び、また逆にその比率が高い土壤として褐色森林土壤、グルムゾルおよびレンチナを選び、現地における水分含量の変化を考慮して、水分条件を最大容水量の20、40、60%に調整し、28℃、1週間培養後、グラム陽性と陰性の細菌数と放

線菌数を測定した。

その結果、グラム陰性の細菌に抗菌力を示す放線菌の検出頻度が高い後3者の土壤群では、グラム陰性細菌の細菌数が多く、グラム陰性細菌数/グラム陽性細菌数、グラム陰性細菌数/放線菌数の比もそれぞれ高かった。すなわち、これらの土壤に住む放線菌はグラム陰性の細菌と競争する場面が、赤黄色ポドゾル性土壤群などよりも多いものと考えられた。しかし、この抗生物質生産放線菌の検出頻度と土壤条件との関係については、さらに詳細にミクロな場での相互関係を検討する必要がある。

以上、放線菌を土壤の管理、種類の違い、また垂直分布、季節変動および抗生物質生産菌と土壤条件との関係について述べたが、放線菌が作物の生育及び土壤中に生息する他の微生物に及ぼす影響等については、不明な点が多く、今後早急に研究すべき課題である。

(九州農業試験場環境第二部土壤微生物研究室長)

日本人の創造的資質

独創力の貧困な日本人というのは誤り：

とかく日本人には独創力がないということがよくいわれるが、最近、国際会議などで公表される日本人の独創的な論文が急増しているところをみると、この説は必ずしも正しいとはいえないのではないか（大内淳義『これからの技術教育に望む』技術と経済、1月号、1985）。

例えば、アメリカにおける日本人の優秀な外国出願特許の急増も、その一端を物語っていると、大内氏はいう。

最近急増した日本人の独創性：

アメリカ商務省は、昨年11月上旬、「通信機器と特許事情」（同省特許局）という報告を公表しているが、それによるとこれまでの20年間に、光通信その他の通信技術の特許が公認になった件数が48,378件、それらのうち外国から申請のあったものが32%、さらにその中で日本から特許申請のあったものが約3分の1、つまり全体の約1割が日本人の特許であったという。

また同報告は、外国からの特許申請件数のうちで、日本からのものは71年に209件でトップに位置し、その後ずっと優位を極めており、80年から83年までの期間で見ると、外国の特許申請件数全体の約44.9%（2,000件）が日本のもので、第2位の西独の14.9%（663件）を大きく抜いているということだ。他方、アメリカの特許申請件数は、最近10年間に4%も減っているという指摘もある。

このことが意味するところは何か。それは日本の企業のトップから第1線の技術者までが、これからの企業の発展のために、新しい独創的な業績を生み出そうという自覚と努力と、時間的・経済的余裕から生まれてきたものといえるのであって、これまで〇×式教育で育てきた青年技術者ですら、これだけの力を発揮しているのだから、これから学校教育が創造性の育成を重点にしていけば、日本の技術の創造性の発展には、洋々たるものがあると、大内氏が強調しているのが注目される。