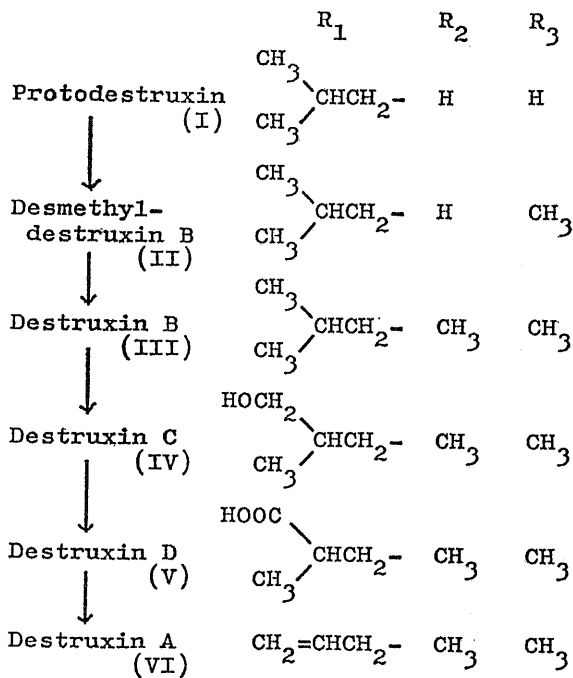
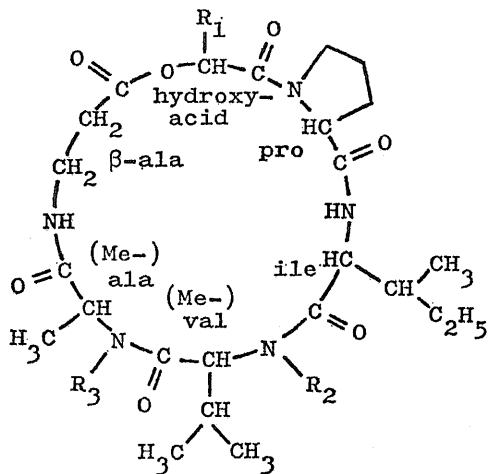


農学博士田村三郎君の「生理活性物質に関する化学的研究」 に対する授賞審査要旨

田村三郎君は、天然物の新しい生物活性について化学的な立場から研究することを意図し、過去十数年間、主として昆虫および植物に対する生理活性物質の探索、構造解析等を行ってきた。同君がこの研究に着手するころ、すでに二、三の昆虫病理学者によって、ある種の昆虫病原糸状菌が、昆虫の体内で毒性物質をつくっている可能性が指摘されていたが、毒性の本体についてはまったく不明であった。田村君はまず、カイコの主要な病原菌を対象に選り、その毒素を取り出して化学構造を決定するとともに、昆虫病との関係を明らかにした。ここに得られた毒素が低分子性であることは、哺乳動物の病原菌のつくる毒素が一般に高分子の蛋白であることと対比して注目すべき事実であり、同君はさらに、植物病原菌についても、それらがつくる低分子性毒素の単離と構造解析を広く進めていった。以下、微生物の生産する昆虫および植物毒物質を中心に、田村君がおさめたすぐれた研究成果の内容について略述する。

一、昆虫に対する毒物質

黒きょう病は、*Metarrhizium anisopliae* と称する糸状菌におかされた昆虫に発生する病害であるが、田村君は、この菌が培養液につくる殺虫性物質デストラキシン (destruxin) A (VI) および B (VII) を精製、単離して理化学的性状を明らかにするとともに、各種の分解反応の結果から、デストラキシンBが、一個のヒドロキシ酸と五個の



アミノ酸から成る環状ペプチド、*cyclo-D-α-hydroxy-γ-methylvaleryl-L-prolyl-L-isoleucyl-N-methyl-L-valyl-N-methyl-L-alanyl-L-alanyl-β-alanyl* であること、全合成によりそれを決定した。ついで田村君は、デストラキシンAが、デストラキシンBと、ヒドロキシン酸部分のみを異にするものであることを明らかにし、その還元生成物ジドロデストラキシンAを合成して構造を確認した。すなわち、デストラキシンAおよびBは、昆虫病原菌のつくる毒

素として、その性状が化学的に解明された最初の物質である。

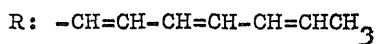
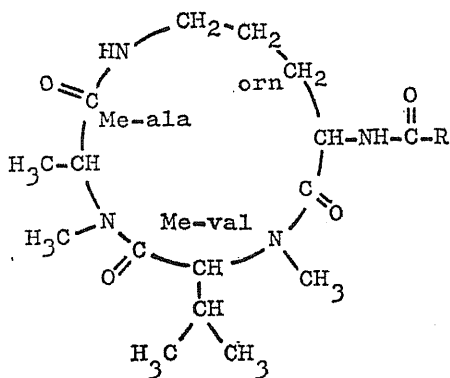
田村君はさらに、黒きょう病菌によるデストラキシンの生合成について研究を進め、デストラキシンA、Bのほか、デストラキシンC(IV)、D(V)およびデストラキシンBの前駆体、デスマチルデストラキシンB (desmethyl-destruxin B, II)を分離し、また黒きょう病菌の変異株を培養して、N-メチルアミノ酸残基をまったく含まぬプロトデストラキシン (protodestruxin, I)を単離した。かくして、プロトデストラキシンからデストラキシンAに至るデストラキシン類の生合成の全過程が物質的に証明された。

なお田村君らは、デストラキシン類の核磁気共鳴の解析結果から、デストラキシンBの二個のN-メチル基が、他のイミノ基のプロトンと異って、分子の外側に向って配列しており、したがってその前駆体であるプロトデストラキシンおよびデスマチルデストラキシンB中のアラニン部分およびバリン部分のイミノ基が、分子の外側で容易にメチル化酵素の作用を受ける可能性のあることを確認した。それは、N-メチルアミノ酸残基をまったく含まぬプロトデストラキシンが、毒素としての作用を完全に欠いていることも関連して、水球液中における分子の外側の立体構造が、生物活性に關与することを示す重要な知見である。

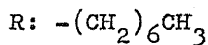
プロトデストラキシン以外のデストラキシン類の水溶液を注射したカイコは、黒きょう病菌に感染したときと同様の症状を呈して斃死する。田村君は、マススペクトロメトリーを利用した微量デストラキシン類の検出法を確立して、黒きょう病菌に感染した蚕体内におけるデストラキシン類の生成を確認するとともに、感染から斃死に至る過程で、それらが急速に蓄積していくことを明らかにした(幼虫一頭あたりのデストラキシン総量：感染四日後〇、〇〇

○四マイクロモル、感染五〜六日後の斃死時○、○二マイクロモル。かくして田村君は、デストラキシン類が黒きよう病菌の病原性の本体であることを、化学的手法により明確に実証したわけである。

田村君はなお、昆虫病原糸状菌のつくる毒素が低分子化合物であるという概念が一般化できるかどうかを確かめるため、こうじかび病菌 (*Aspergillus ochraceus*) を培養して毒素を抽出、精製し、アスポクラシン (aspochracin, VII) と命名した。そして同君は、その還元生成物であるヘキサヒドロアスポクラシン (hexahydroaspochracin, VIII) を合成して、アスポクラシンの構造を決定した。



Aspochracin (VII)

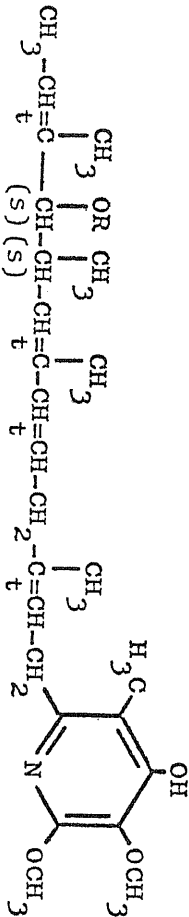


Hexahydroaspochracin (VIII)

すなわち、デストラキシンおよびアスポクラシンに関する田村君の研究を通じて、昆虫病原糸状菌のつくる毒素が低分子の環状デプシペプチド、あるいは環状ペプチドであることがはじめて明らかにされたのである。

ところで、デストラキシンやアスポクラシンは、それらを産生する微生物の発育に必要な物質ではなく、二次代謝産物 (secondary metabolites) のなかに包括されるべきものである。二次代謝産物の生産には核外遺伝子 (プラスミド) が関与することが漸次明らかにされつつあるが、田村君は、昆虫病原菌以外の微生物について、同君が案出した生物検定法により昆虫毒物質のスクリーニングを行い、*Streptomyces mobaricensis* と分類された一放線菌の培養液から二種の強力な昆虫毒物質を取り出してピエリシジン (piericidin) A (IX) および B (X) と命名し、それらの構造を決定した。

ピエリシジンは、多置換ピリジン核に長い不飽和炭素鎖が結合したところの特異な構造をもっており、放線菌の生



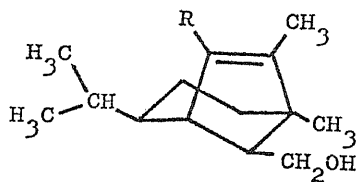
Piericidin A (IX) : R=H
 Piericidin B (X) : R=CH₃

産する昆虫毒物質として最初に発見されたものである。

なお田村君は、*St. mobruensis* によるピエリシジンの生合成についても研究し、四個のアセテート単位と五個のプロピオネート単位とからピエリシジンAが形成され、ついで側鎖の水酸基がメチル化されてピエリシジンBに変わることを明らかにした。

田村君はさらに Folkers らの協力を得て、ピエリシジンが多く生物のミトコンドリアにおける電子伝達系を強力に阻害することを見出したが、この化合物は現在、電子伝達系研究のための重要な試薬として使われている。

二、植物に対する毒物質



Helminthosporol (XI)
R=CHO

Helminthosporic acid (XII)
R=COOH

田村君は、昆虫病原菌のばあいと同様に、植物病原菌の産生する低分子性植物毒素の検索を進めていったが、その過程で、コムギ斑点病菌 (*Helminthosporium sativum*) の培養液がコムギとイネの幼苗根の生育を阻害し、かつイネの第二葉鞘の伸長をいちじるしく促進することを見出した。そして、活性の本体を精製、単離し、ヘルミントスポロール (helminthosporol, XI) と命名するとともに、その化学構造を決定した。

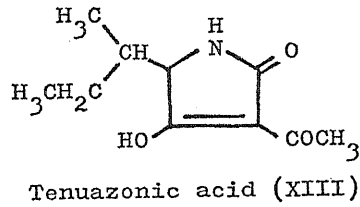
ここに単離されたヘルミントスポロールのイネ葉鞘に対する伸長促進作用が顕著であることから、田村君はヘルミントスポロールとその関連物質の構造—活性相関をしらべるため、多数の誘導体を合成した。それらのうち、ヘルミントスポロールのアル

デヒド基をカルボキシル基にかえたヘルミントスポル酸 (helminthosporic acid, XII) と、この酸の五員環二重結合を還元したジヒドロヘルミントスポル酸 (dihydrohelminthosporic acid) がヘルミントスポロールにまさる活性を示した。

さらに田村君は、コムギに対する毒素として得られたヘルミントスポロールやヘルミントスポル酸、ジヒドロヘルミントスポル酸などが、遺伝的にジベレリンの生合成能力を欠いている矮性トウモロコシ D-5 の葉鞘の伸長をいぢるしく促進するという意想外の事実を発見した。これらの化合物の植物生理活性は世界的な注目を集め、Briggs その他の研究者は、ヘルミントスポロールなどが、オオムギやイネ種実中における α-アミラーゼの生合成をも促進するというジベレリンと同種の作用性を有することを確認している (Nature, 210, 418 (1966))。かくして、ヘルミントスポロールとその誘導体は、植物生理学の領域に好個な研究材料を提供することとなり、Manderらはこの系列の化合物を“helminthosporin”と総称すべきことを提唱している (Aust. Jour. Chem., 27, 1985 (1974))。

ところで、タバコ赤星病菌 (*Alternaria longipes*) は、宿主に対する毒素としてセルラーゼやペクチナーゼを生産するといわれていたが、その病徴は、これらの酵素の働きによっては説明しがたい。田村君は、強病原性の赤星病菌の菌株を培養して、タバコ生葉上への黄色暈 (hallo) の形成を指標としつつ毒素の抽出、精製を進め、活性の本体がテヌアゾン酸 (tenazonic acid, XIII) であると同定した。

さらに田村君は、テヌアゾン酸に含まれるトリカルボニル構造に由来する特徴的な紫外線吸収スペクトルを利用して、圃場における罹病タバコ組織中にも、この化合物が生成していることを確認した。しかも、タバコの品種間で、



赤星病罹病性とテヌアゾン酸感受性とのあいだに平行関係が認められ、また赤星病菌の菌株についても、病原性とテヌアゾン酸生産性とのあいだに、有意の相関があることが認められた。かくして、田村君の研究を通じ、テヌアゾン酸がタバコ赤星病菌の生産する宿主非特異的な毒素 (vivotoxin) であることが明らかになった。

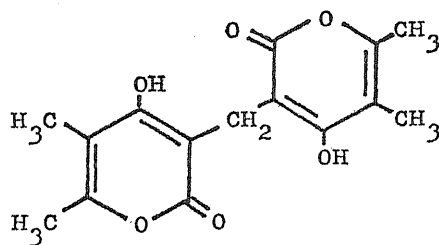
田村君はまた、タバコ炭疽病菌 (*Colletotrichum nicotianae*) の生産する毒素を単離し、コレトピロン (colletopyrone, XIV) と命名した。コレトピロンの水溶液をタバコ生葉に滴加すると、炭疽病に特徴的な病斑が形成される。

さらに田村君は、バラ裾枯病やイネ葉鞘網斑病などの病原菌である *Cylindrocleftidium scoparium* の産生する植物毒素 Cyl-2 (XV) を単離した。この毒素の収量が極微なために、田村君はマスペクトロメトリーによりアミノ酸配列を決定することとし、defocusing 法による準安定イオンピークの検出を行った。そして XV 式における a+b, b+c の開裂を確認するとともに、 $M^+(d+e)$ のフラグメントイオンを同定して、Cyl-2 が、オキソラン環とケトン基を含む新アミノ酸を構成成分とする環状テトラペプチド、cyclo-D-O-methyltyrosyl-L-isoleucyl-L-pipecoyl-2-amino-8-oxo-9, 10-epoxydecanoyl と決定した。これは、環状ヘプチドにおけるアミノ酸配列を、マスペクトロメトリーを用いて直接的に決定することに成功した最初の例である。

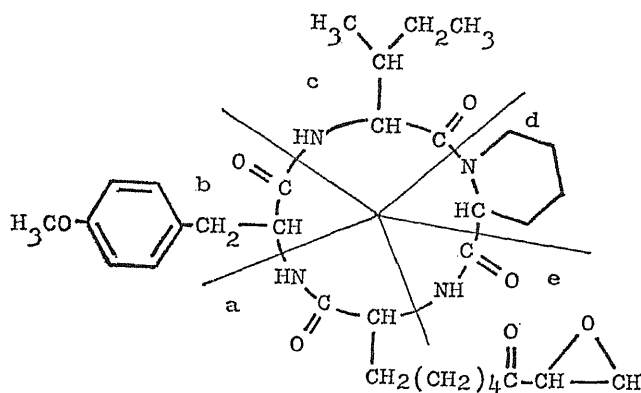
Cyl-2 はきわめて低濃度で、イネ幼苗の葉鞘と根の伸長を顕著に阻害する。

微生物の代謝機能の多様性から、植物に対する病原性とは無関係に、それらの二次代謝産物のあいだに植物毒物質

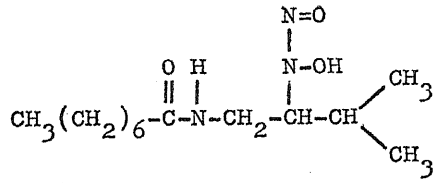
が見出される可能性は、ピエリシジン発見の過程から当然予期されるところで、田村君はこのような前提のもとに、細菌のつくる低分子性の植物毒物質の探索を試みた。その結果、*Pseudomonas fragi* と同定された一菌株の培養液が植物の生育を強く阻害することを認め、そこから活性の本体を取り出して、フラジニン (Fragin, XVI) と名づ



Colletopyrone (XIV)



Cy1-2 (XV)



Fragin (XVI)

けた。

田村君は、特異な分解反応と各種スペクトルの解析結果とを総合してフラジンの構造を決定し、さらに全合成により確認した。すなわち、フラジンは、細菌の代謝産物に対するスクリーニングによって発見された最初の植物毒物質である。

フラジンは、N-ニトロソヒドロキシルアミノ基 $\text{O}=\text{N}-\text{N}(\text{OH})-\text{CH}$ を含む点で、天然物としてきわめて稀な存在であり、田村君は、フラジンを酢酸第二銅と処理すると、相当する銅塩が生じることを確かめ、フラジンが生体内で銅イオンと結合することにより、生育阻害作用を発現する可能性を示した。

結 び

以上に述べたように、田村君は新しい生物試験法を設定して、昆虫病原菌および植物病原菌が、生理活性の面で、あるいは化学構造の面で、注目すべきさまざまな低分子性毒物質を産生していることを明らかにし、さらに、これらの物質が昆虫病および植物病と直接的なかわりをもつ毒素であることを確認するなど、数々の独創的な成果をおさめた。とくに、同君のデストラキシンに関する研究は、昆虫病原菌の毒素の化学構造をはじめて決定したものであり、それはまた、昆虫病原菌による昆虫病の発病機転を化学的に解明した最初の例でもある。さらに田村君は、植物病原菌についても、ヘルミントスポロルその他の毒素を単離、構造決定し、とくにヘルミントスポロルについては、その誘導体をも合成し、これらが植物に対してジベレリン様のきわだった生理活性を

示すことを発見した。なお、放線菌からのピエリジジン、細菌からのフラジリンに関する研究は、病原菌以外の微生物の代謝産物のあいだに、昆虫毒や植物毒の存在することを、はじめて実証したものである。田村君のこれらの研究は、国内では勿論、国際的にもきわめて高く評価されており、さらに、昆虫および植物生理活性物質検索のために同君が確立した手法は、広く内外で踏襲され、また同君が発見したさまざまな活性物質は、多くの研究者にとって重要な研究材料となっている。すなわち、田村君の研究は、各種の重要な自然現象を化学的な立場から明確に解析し、生物活性物質の科学とその応用に顕著な貢献をしたものであって、農学分野におけるきわめてすぐれた業績と認められる。

一、主要な著書および論文目録

1. S. Tamura, N. Takahashi, S. Miyamoto, R. Mori, S. Suzuki and J. Nagatsu: Isolation and physiological activities of ptericidin A produced by *Streptomyces*. Agr. Biol. Chem., 27, 576 (1963).
2. N. Takahashi, A. Suzuki, S. Miyamoto, R. Mori and S. Tamura: Chemical structure of ptericidin A. I. Functional groups. Agr. Biol. Chem., 27, 583 (1963).
3. S. Tamura, A. Sakurai, K. Kainuma and M. Takai: Isolation of helminthosporol as a natural plant growth regulator and its chemical structure. Agr. Biol. Chem., 27, 788 (1963).
4. N. Takahashi, A. Suzuki and S. Tamura: Chemical structure of ptericidin A. II. Ozonolysis products of ptericidin derivatives. Agr. Biol. Chem., 27, 798 (1963).
5. S. Tamura, S. Kuyama, Y. Kodaira and S. Higashikawa: The structure of destruxin B, a toxic metabolite of *Oospora destructor*. Agr. Biol. Chem., 28, 137 (1964).

6. S. Tamura and A. Sakurai: Synthesis of several compounds related to helminthosporol and their plant growth-regulating activities. *Agr. Biol. Chem.*, **28**, 337 (1964).
7. S. Kuyama and S. Tamura: Total synthesis of destruxin B. *Agr. Biol. Chem.*, **29**, 168 (1965).
8. S. Tamura, A. Sakurai, K. Kainuma and M. Takai: Isolation of helminthosporol as a natural plant growth regulator and its chemical structure. *Agr. Biol. Chem.*, **29**, 216 (1965).
9. A. Sakurai and S. Tamura: Syntheses of several compounds related to helminthosporol and their plant growth regulating activities. *Agr. Biol. Chem.*, **29**, 407 (1965).
10. S. Tamura and A. Sakurai: Synthesis of dihydrohelminthosporic acids and their plant growth-promoting activity. *Agr. Biol. Chem.*, **29**, 595 (1965).
11. N. Takahashi, A. Suzuki and S. Tamura: Structure of piericidin A. *J. Am. Chem. Soc.*, **87**, 2066 (1965).
12. N. Takahashi, A. Suzuki and S. Tamura: Chemical structure of piericidin A. III. Structure of piericidin A and octahydropiericidin. *Agr. Biol. Chem.*, **30**, 1 (1966).
13. A. Suzuki, N. Takahashi and S. Tamura: Chemical structure of piericidin A. IV. Structural confirmation for pyridine ring in piericidin A through synthesis. *Agr. Biol. Chem.*, **30**, 13 (1966).
14. A. Suzuki, N. Takahashi and S. Tamura: Chemical structure of piericidin A. V. Mass spectrometric confirmation for the side chain structure of piericidin A. *Agr. Biol. Chem.*, **30**, 18 (1966).
15. C. Hall, M. Wu, F. L. Crane, N. Takahashi, S. Tamura and K. Folkers: Piericidin A: A new inhibitor of mitochondrial electron transport. *Biochem. Biophys. Commn.*, **25**, 373 (1966).
16. A. Suzuki, S. Kuyama, Y. Kodaira and S. Tamura: Structural elucidation of destruxin A. *Agr. Biol. Chem.*, **30**, 517 (1966).
17. A. Sakurai and S. Tamura: Synthesis of dihydrohelminthosporic acid and alldihydrohelminthosporic

- acid and their plant growth-regulating activity. *Agr. Biol. Chem.*, **30**, 793 (1966).
18. M. Katsumi, S. Tamura and A. Sakurai: Gibberellin-like activity of helminthosporol, helminthosporic acid and dihydrohelminthosporic acid in leaf sheath elongation of dwarf 5 mutant of *Zea mays*. *Naturwiss.*, **54**, 196 (1967).
19. T. Hashimoto, A. Sakurai and S. Tamura: Physiological activities of helminthosporol and helminthosporic acid. I. Effects on growth of intact plants. *Plant & Cell Physiol.*, **8**, 23 (1967).
20. T. Hashimoto and S. Tamura: Physiological activities of helminthosporol and helminthosporic acid. II. Effects on excised plant parts. *Plant & Cell Physiol.*, **8**, 35 (1967)
21. T. Hashimoto and S. Tamura: Physiological activities of helminthosporol and helminthosporic acid. III. Effects on seed germination. *Plant & Cell Physiol.*, **8**, 197 (1967).
22. N. Takahashi, A. Suzuki, Y. Kimura, S. Miyamoto and S. Tamura: Structure of piericidin B and stereochemistry of piericidins. *Tetrahedron Letters*, 1961 (1967).
23. S. Tamura, A. Murayama and K. Hata: Isolation and structural elucidation of fragin, a new plant growth inhibitor produced by a *Pseudomonas*. *Agr. Biol. Chem.*, **31**, 758 (1967).
24. S. Tamura, A. Murayama and K. Kagei: The synthesis of (\pm)-fragin. *Agr. Biol. Chem.*, **31**, 996 (1967).
25. M. Jeng, C. Hall, F.L. Crane, N. Takahashi, S. Tamura, and K. Folkers: Inhibition of mitochondrial electron transport by piericidin A and related compounds. *Biochemistry*, **7**, 1311 (1968).
26. N. Takahashi, S. Yoshida, A. Suzuki and S. Tamura: Chemical structure of piericidin A. VI. Stereochemistry. *Agr. Biol. Chem.*, **32**, 1108 (1968).
27. N. Takahashi, A. Suzuki, Y. Kimura, S. Miyamoto, S. Tamura, T. Mitsui and J. Fukami: Isolation, structure and physiological activities of piericidin B, natural insecticide produced by a *Streptomyces*.

- ees. Agr. Biol. Chem., **32**, 1115 (1968).
28. J. Kato, M. Katsumi, A. Sakurai and S. Tamura: Plant growth regulating activities of helminthosporol and its derivatives. "Biochemistry and Physiology of Plant Growth Substances" ed. by F. Wightman and G. Setterfield, The Runge Press Ltd, Ottawa, 1968, p. 347.
29. N. Takahashi, Y. Kimura and S. Tamura: Biosynthesis of piericidins A and B. Tetrahedron Letters, 4569 (1968).
30. R. Myokei, A. Sakurai, C.-F. Chang, Y. Kodaira, N. Takahashi and S. Tamura: Structure of aspochracin, an insecticidal metabolite of *Aspergillus ochraceus*. Tetrahedron Letters, 695 (1969).
31. R. Myokei, A. Sakurai, C.-F. Chang, Y. Kodaira, N. Takahashi and S. Tamura: Aspochracin, a new insecticidal metabolite of *Aspergillus ochraceus*. I. Isolation, structure and biological activities. Agr. Biol. Chem., **33**, 1491 (1969).
32. C.-F. Chang, R. Myokei, A. Sakurai, N. Takahashi and S. Tamura: Aspochracin, a new insecticidal metabolite of *Aspergillus ochraceus*. II. Synthesis of hexahydroaspochracin. Agr. Biol. Chem., **33**, 1501 (1969).
33. Y. Kimura, N. Takahashi and S. Tamura: Biosynthesis of piericidins A and B by *Streptomyces mobarvensis*. Agr. Biol. Chem., **33**, 1507 (1969).
34. A. Murayama, K. Hata and S. Tamura: Fragin, a new biologically active metabolite of a *Pseudomonas*. I. Isolation, characterization and biological activities. Agr. Biol. Chem., **33**, 1599 (1969).
35. A. Murayama and S. Tamura: Über Fragin, ein Neues Biologisch Aktives Stoffwechselprodukt von *Pseudomonas fragi*, II. Zur Struktur und Chemie des Fragins. Agr. Biol. Chem., **34**, 122 (1970).
36. A. Murayama and S. Tamura: Fragin, a new biologically active metabolite of a *Pseudomonas*. III. Synthesis of (\pm)-fragin. Agr. Biol. Chem., **34**, 130 (1970).

37. A. Suzuki, N. Takahashi and S. Tamura: Mass spectrometry of destruxins A and B, insecticidal cyclodepsipeptides produced by *Metarrhizium anisopliae*. *Org. Mass Spectrometry*, 175 (1970).
38. A. Suzuki, H. Taguchi and S. Tamura: Isolation and structure elucidation of three new insecticidal cyclodepsipeptides, destruxins C and D and desmethyldestruxin B, produced by *Metarrhizium anisopliae*. *Agr. Biol. Chem.*, 34, 813 (1970).
39. Y. Mikami, Y. Nishijima, H. Imura, A. Suzuki and S. Tamura: Chemical studies on brown spot disease of tobacco plants. I. Tenuazonic acid as a virotoxin of *Alternaria longipes*. *Agr. Biol. Chem.*, 35, 611 (1971).
40. A. Suzuki, K. Kawakami and S. Tamura: Detection of destruxins in silkworm larvae infected with *Metarrhizium anisopliae*. *Agr. Biol. Chem.*, 35, 1641 (1971).
41. S. Tamura and N. Takahashi: Destruxins and piericidins. "Naturally Occurring Insecticides" ed. by M. Jacobson and D. G. Crosby, Marcel Decker, Inc., New York, 1971, p. 499.
42. S. Tamura: Plant growth regulators produced by microorganisms. "Biochemical and Industrial Aspects of Fermentation" ed. by K. Sakaguchi, T. Uemura and S. Kinoshita, Kodansha Ltd., Tokyo, 1971, p. 156.
43. S. Tamura: Insecticidal substances produced by microorganisms. "Biochemical and Industrial Aspects of Fermentation" ed. by K. Sakaguchi, T. Uemura and S. Kinoshita, Kodansha Ltd., Tokyo, 1971, p. 165.
44. A. Suzuki and S. Tamura: Isolation and structure of protodestruxin from *Metarrhizium anisopliae*. *Agr. Biol. Chem.*, 36, 896 (1972).
45. Y. Kosuge, A. Suzuki, S. Hirata and S. Tamura: Structure of colletochlorin from *Colletotrichum nicotianae*. *Agr. Biol. Chem.*, 37, 455 (1973).

46. A. Hirota, A. Suzuki, H. Suzuki and S. Tamura: Isolation and biological activity of Cyl-2, a metabolite of *Cylindrocladium scoparium*. Agr. Biol. Chem., 37, 643 (1973).
47. A. Hirota, A. Suzuki, K. Aizawa and S. Tamura: Structure of Cyl-2, a metabolite from *Cylindrocladium scoparium*. Agr. Biol. Chem., 37, 955 (1973).
48. A. Hirota, A. Suzuki and S. Tamura: Characterization of four amino acids constituting Cyl-2, a metabolite from *Cylindrocladium scoparium*. Agr. Biol. Chem., 37, 1185 (1973).
49. Y. Kosuge, A. Suzuki and S. Tamura: Structure of colletochlorin C, colletorin A and colletorin C from *Colletotrichum nicotianae*. Agr. Biol. Chem., 38, 1553 (1974).
50. Y. Kosuge, A. Suzuki and S. Tamura: Structure of colletochlorin D from *Colletotrichum nicotianae*. Agr. Biol. Chem., 38, 1553 (1974).
51. A. Hirota, A. Suzuki, K. Aizawa and S. Tamura: Mass spectrometric determination of amino acid sequence in Cyl-2, a novel cyclotetrapeptide from *Cylindrocladium scoparium*. Biomedical Mass Spectrometry, 15 (1974).
52. S. Tamura, Y. Kimura, T. Inoue, A. Hirota, K. Katagiri and A. Suzuki: Novel plant growth regulators produced by phytopathogenic fungi. "Plant Growth Substances 1973" ed. by Science Council of Japan and International Plant Growth Substances Association, Hirokawa Publishing Co., Tokyo, 1974, p. 193.