海洋共生微生物の生物活性物質

小林 淳一, 石橋 正己

近年, 海洋共生微生物が新たな生物活性物質の探索資源として注目されており, 興味深い生物活性と化学構造をもつ天然物が数多く産生されていることがわかってきた。本稿では, 沖縄産ヒラムシの体内から分離した渦鞭毛藻アンフィジニウム属の培養藻体より得られた新規マクロリド類に関する化学的な知見を中心に, 海洋共生微生物由来の天然物に関する最近の話題を紹介する。

近年, 海洋共生微生物が新たな生物活性物質の探索資源として注目されている。筆者らのグループも, 渦鞭毛藻をはじめとする微細藻類および海洋バクテリア, カビなどの海洋共生微生物を対象として, 新たな生物活性天然物の探索研究を行っており, 本誌などでも紹介してきた^(1~3)。本稿では, 前報⁽¹⁾にひき続き, 沖縄産ヒラムシ (*Amphiscolops* 属) の体内から分離した渦鞭毛藻アンフィジニウム属 (*Amphidinium* 属) の培養藻体より得られた新規マクロリド類に関する化学的な知見を中心に, 海洋共生微生物由来の天然物に関する最近の話題を紹介する。

共生 (symbiosis) という言葉には, 一般に広義と狭義

の2通りの使われ方がある。広義の意味では, 1種またはそれ以上の他の生物あるいは生物たちと共に生きる現象を指し, ① 寄生 (parasitism), ② 片利共生 (commensalism), ③ 相利共生 (mutualism) の3つに大きく区分される。①の寄生とは, 共同生活者のうち一方が利益を受け, 他方は害を受けている場合であり, 生物間のいろいろな相互作用を含めた広義の「共生」に含まれる。②の片利共生は, 共生者の一方が利益を受け, 他方は利益も不利益も受けていない関係を指す。③の相利共生は, 共同生活により双方がともに何らかの利益を得ている場合で, ②と③が狭義の意味での「共生」である。

①に分類されるものとしては, いわゆる寄生虫をはじめ, 寄生植物, 菌類など数多くの例が知られている。②には, ナマコとカクレウオ (ナマコの腸内に隠れる) の関係などが挙げられる。③には, イソギンチャクとクマノミの関係 (生活場の提供と相互保護), 大型魚類とベラ類など小型魚類との関係 (保護と清掃) などが含まれる。また, 共生関係にある両者は, 宿主 (host) と共生者 (symbiont あるいは guest, ①の場合には寄生者 (parasite)) と呼ばれ, ①と②の場合で一方的に利益を得るのは後者である。

海洋無脊椎動物と微細藻類との関係は, 上記の③「相利共生」に分類され, 中でも「共生」という用語が最も

Bioactive Substances from Symbiotic Marine Microorganisms
*Jun'ichi KOBAYASHI^{*1}, Masami ISHIBASHI^{*2}, ^{*1}北海道大学大学院薬学研究科, ^{*2}千葉大学薬学部

厳しく限定して用いられる場合に相当する。それは、微細藻類が宿主の体組織の細胞内・細胞間に生息し、代謝物質の授受などの緊密な生理的関係が成立しているとみなされているためである。扁形動物無腸類のヒラムシでは、摂食によって取り込まれた微細藻が表皮下の柔組織に移って細胞間に入り込む。二枚貝の共生藻は外套膜の縁辺やえら細胞内などに棲み、軟体動物のウミウシの仲間では、背中にある背突起内などに共生藻を棲まわせている。この共生藻と海洋無脊椎動物との共生関係は、きわめて巧妙な生理的機構によって保持され、幾世代にもわたって受け継がれるものと考えられている。

アンフィジニウム属の渦鞭毛藻の代謝産物

ヒラムシは、わが国では本州から沖縄までの沿岸に広く棲息し、扁形動物に属する。ヒラムシの体内には、渦鞭毛藻、プラシノ藻といった単細胞の微細藻類が共生していることが知られており、また、ある種のヒラムシには特定の微細藻のみが共生する厳格な宿主特異性があるといわれている。筆者らのグループでは、沖縄本島の海岸で採取された体長約0.5~5 mm程度のヒラムシ(*Amphiscolops* 属)の体内から分離した渦鞭毛藻アンフィジニウム(*Amphidinium* 属)を実験室で大量培養し、①その藻体の抽出物から新規マクロリド化合物の探索と化学構造の解明、②化学合成に基づく立体化学の決定、③渦鞭毛藻の代謝産物に特有の生合成経路の解明、④目的物質の生産制御をめざした渦鞭毛藻の培養条件の検討、などの研究を展開してきた。ここでは、前報⁽¹⁾で紹介した後を得られた知見の概略を紹介する。

1. アンフィジノリド O~S の構造

本渦鞭毛藻(アンフィジニウム属)からは、すでに一

連のマクロリド類(アンフィジノリド A~H, J~N)を分離していたが、シリカゲルカラムの分離画分の未検討部分には新たな殺細胞活性物質が含まれていることが予想されていた。そこで、この画分について、セファデックス LH-20 によるゲル濾過ならびに逆相 HPLC を用いてさらに注意深く分離精製を行なった結果、5 種の新規マクロリド化合物アンフィジノリド O(1)~S(5)を分離した(表 1)。

アンフィジノリド O(1)と P(2)は、スペクトルデータの解析の結果、共通した 15 員環ラクトン構造をもち、分子内に 7 個の不斉炭素を含む新規炭素骨格化合物であることが判明した。両者の構造上の相違点は、C11 位が 1 ではケトン、2 ではエキソメチレン基となっている点である。相対立体配置については、¹H NMR の結合定数と NOESY(nuclear Overhauser effect spectroscopy)データおよび配座計算の結果から推定した。興味深いことに、NOESY データより、C11~C13 位に関して、1 のエノン部では S-シス配座、2 のジエン部では S-トランス配座をもつことが示唆されたが、このことは各々の計算結果とも符合した(図 1)。1 と 2 のように、構造上の相違点がケトンとエキソメチレン基である同族体が同時に単離されたのは天然物としてはきわめて稀な例である⁽⁴⁾。

一方、アンフィジノリド Q(3)は分子式 C₂₁H₃₄O₄ をも

表 1 ■ アンフィジノリド O(1)~S(5)の単離収率(%)と殺細胞活性(IC₅₀, μg/ml)

	1	2	3	4	5
湿重量からの収率	0.0001	0.0002	0.00005	0.0005	0.0001
殺細胞活性					
L1210 ^{a)}	1.7	1.6	6.4	1.4	4.0
KB ^{b)}	3.6	5.8	>10	0.67	6.5

^{a)}マウス白血病細胞, ^{b)}ヒト上皮癌細胞

図 1 ■ アンフィジノリド O(1)と P(2)の構造およびそれらの推定立体配座

図 2 ■アンフィジノリド Q(3)~S(5), アンフィジノリド J(6)および誘導体(7 および 8)の構造

ち、各種スペクトルデータの解析に基づき、ユニークな 12 員環ラクトン構造(3)をもつことが判明した(図 2)。立体化学に関しては、H-7 と H-9 の間、および H-9 と H-11 の間に強い NOESY 相関ピークが観察されたことから、これら 3 つの水素はラクトン環平面の同一側に配向していることが示唆された。また、H-2 と H-8 の間にも強い NOESY 相関が観察されたことから、これらの水素が接近したラクトン環構造をもつことが推定された⁽⁵⁾。

さらに、アンフィジノリド Q(3)と同時に、2 種の新規化合物アンフィジノリド R(4)と S(5)を単離した。各種スペクトルデータの解析の結果、4 は、先に同渦鞭毛藻より分離したアンフィジノリド J(6)の、13 位の水酸基がラクトン環を形成した 14 員環マクロリドに相当し、一方、5 は、6 の 9 位の水酸基がケトンに酸化された化合物であることが示唆された。そこで、アンフィジノリド R(4)の構造確認のために、4 とアンフィジノリド J(6)の両者についてメタノリシスを行なったところ、同一の鎖状メチルエステル(7)が得られた。

一方、アンフィジノリド J(6)の二酸化マンガ酸化によるアンフィジノリド S(5)への誘導も試みた。アンフィジノリド J(6)には 2 つのアリルアルコール型のヒドロキシル基が含まれるが、二酸化マンガによる酸化反応をベンゼン中で行なったところ、13-ケトン体(8)が選択的に得られた。一方、本反応をジメチルホルムアミド(DMF)中で行なったところ、9 位のアリルアルコールが選択的に酸化され、低収率ながらアンフィジノリド S(5)が優先的に得られた。これにより、アンフィジノリド S(5)の構造が確認できた。溶媒によって酸化位置が

異なることに興味をもたれたため、アンフィジノリド J(6)の重ベンゼン中および重 DMF 中での ^1H NMR スペクトルを比較したところ、9 位の水酸基の周辺の結合定数にわずかながら差(C_6D_6 : $J_{8,9}=8.8\text{ Hz}$, DMF-d_7 : $J_{8,9}=6.0\text{ Hz}$)が観察され、この近辺の立体配座に若干の違いがあることが予想された。これにより、酸化位置が異なる結果が得られたものと推定される⁽⁶⁾。

2. アンフィジノリド J の生合成

一連のアンフィジノリド類には、互いに異なる新規炭素骨格をもつマクロリド化合物が多く含まれる。これらの化合物の構造上の特徴としては、①奇数員環ラクトンが多いこと、②エキソメチレン基が含まれること、③ C1 分岐鎖(メチル基またはエキソメチレン基)が隣接する部分構造をもつものが多いこと、の 3 点が挙げられる。この中で特に①と③の特徴は、通常のポリケチド生合成経路では説明が困難である。そこで、 ^{13}C 標識化合物を用いて本渦鞭毛藻(アンフィジニウム属, Y-5 株)への投与実験を行なった。

実験には、1- ^{13}C -標識酢酸ナトリウム、2- ^{13}C -標識酢酸ナトリウム、1,2- $^{13}\text{C}_2$ -二重標識酢酸ナトリウム、[methyl- ^{13}C]-標識-L-メチオニン、および図 3 の方法で調製した 1,2- $^{13}\text{C}_2$ -二重標識コハク酸ナトリウムの 5 種の ^{13}C 標識前駆体を用い、主として最も収量の多い 15 員環マクロリド、アンフィジノリド J(6、培地 80~100 l より 0.5~1 mg)の ^{13}C 標識パターンを ^{13}C NMR により解析した。投与実験の培養スケール、標識化合物の濃度、ならびに培養日程などの条件を検討した結果、培養開始から 10 日目に ^{13}C 標識化合物を投与し、12 日目に藻を

図 3 ■ 1,2- $^{13}\text{C}_2$ -二重標識コハク酸ナトリウムの調製法

* = 99% ^{13}C

図 4 ■ アンフィジノリド J の ^{13}C 標識パターン

収穫するという実験条件が最も良好な結果を与えた。標識化合物を添加後 4 日目に藻を収穫する条件では、アンフィジノリド J (6) のすべての炭素が ^{13}C で標識された。これは、1- ^{13}C -標識酢酸の 1 位炭素が TCA 回路を経て脱炭酸され、遊離した $^{13}\text{CO}_2$ が再利用されてランダムに標識された酢酸が生成し、これがアンフィジノリド J (6) に取り込まれたためと考えられる。一方、 ^{13}C -標識メチオニンの投与実験では 6 は標識されなかった。これらの実験結果により、図 4 に示す ^{13}C 標識パターンが明らかとなり、アンフィジノリド J (6) のすべての炭素原子が、酢

酸の 1 位または 2 位炭素に由来することが判明した⁽⁷⁾。

二重標識酢酸 (1,2- $^{13}\text{C}_2$ -NaOAc) による標識結果より、この化合物が通常のポリケチドとは異なり、コハク酸、 α -ケトグルタル酸などのジカルボン酸を経由して生合成されていることが、一つの可能性として示唆された。ジカルボン酸を経由する生合成経路は、プレベトキシソノリドやオカダ酸などの渦鞭毛藻由来のポリエーテル化合物の生合成研究において提唱されている⁽⁸⁾。しかし、標識コハク酸の投与実験では 6 への標識は観察されなかった⁽⁶⁾。いずれにしても、酢酸ユニットの標識パターン中に不連続点が含まれることがわかったため、通常のポリケチド鎖とは異なる生合成経路を経ることが示唆された。Wright らは、この標識パターンは、生合成過程におけるポリケチド鎖の Favorskii 転位によって生成するのではないかと推定している⁽⁹⁾。

3. アンフィジノリド類の合成研究

アンフィジノリド類はユニークな構造をもち、顕著な殺細胞活性を示すことから、多くの合成化学者のターゲットとしてとり上げられている。筆者らのグループでも、立体化学解明を目的として、アンフィジノリド類の

図 5 ■ アンフィジノリド B(9), C(10), L(11) および合成したフラグメント化合物(12~15)の構造

図 6 ■アンフィジノリド A(16), G(17)および H(18)の構造

部分構造の合成研究を開始した。

立体化学解明のための合成研究として、当初アンフィジノリド J(6)と B(9)の分解フラグメントの合成を行なったことは、前報⁽¹⁾で紹介した。さらに筆者らは、強力な殺細胞活性をもち、立体化学が未解決の化合物として、アンフィジノリド C(10)および L(11)を研究対象としてとり上げ、期待される分解フラグメントのジアステレオマーの合成研究を行なった。まず、アンフィジノリド C(10)については、NOESY データから予想される立体配置を含む C-1 位から C-9 位フラグメントのジアステレオマー 1 種(12)の合成を行なった⁽¹⁰⁾。一方、アンフィジノリド L(11)については、C-15 位から C-26 位フラグメントのジアステレオマー 1 種(13)⁽¹¹⁾、および C-1 位から C-14 位フラグメントのジアステレオマー 2 種(14 および 15)を合成した(図 5)⁽¹²⁾。

アンフィジノリド A(16)^(13~15)、B(9)^(16~19)、G(17)および H(18)⁽²⁰⁾、ならびに J(6)⁽²¹⁾については(図 6)、他の

グループにより全合成研究が進められており、最近アンフィジノリド J(6)の全合成が Williams らによって達成された⁽²¹⁾。

4. ルテオファノールとアンフィジノールの構造

アンフィジニウム属の渦鞭毛藻の代謝産物としては、アンフィジノリド類の他に、安元らにより、強力な抗カビ活性をもつポリヒドロキシポリエン化合物アンフィジノール(19)が報告されている(図 7)⁽²²⁾。

筆者らのグループでは、沖縄産の扁形動物無腸類(*Pseudoaphanostoma luteocoloris*)の体内から分離した渦鞭毛藻(アンフィジニウム属、Y-52 株)の培養藻体より、炭素鎖 57 個からなるポリヒドロキシ化合物ルテオファノール A(20)を分離した⁽²³⁾。この化合物は、アンフィジノール(19)と構造が類似していたが、抗カビ活性は認められなかった点が興味深い。さらに最近、同渦鞭毛藻の成分のさらなる探索により、炭素鎖 64 個の新規

図 7 ■アンフィジノール(19), ルテオファノール A(20), B(21), C(22)およびアンフィジノール 3(23)の構造

図 8 ■ ゾーザンテラトキシシ A(24), ゾーザンテラミン(25), ゾーザンテラベタイン A(26), シンビオラミド-C16(27)およびゾアンタミン(28)の構造

ポリヒドロキシ化合物ルテオファノール B(21)と C(22)を単離した。これらの化合物の構造は、化学分解反応で得たフラグメントのスペクトルデータ解析, ならびに 2D NMR でメチレンのみを選択的に観測する CH₂-選択的 E-HSQC および CH₂-選択的 E-HSQC-TOCSY 法を適用することにより明らかとなった⁽²⁴⁾。

一方, 村田らも, 渦鞭毛藻 *Amphidinium klebsii* より, アンフィジノール類縁化合物を数種分離しており, さらに炭素-水素間の遠隔スピン結合を用いた天然物鎖状部分の立体配置解析法に基づき, アンフィジノール 3 (23)の全立体配置を提出している⁽²⁵⁾。

シンビオジニウム属の渦鞭毛藻の代謝産物

中村らは, ヒラムシなどに共生する褐虫藻 (渦鞭毛藻) の生物活性物質を探索し, シンビオジニウム属 (*Symbiodinium* 属) の渦鞭毛藻から, 新規血管収縮性物質ゾーザンテラトキシシ A(24)を単離した(図 8)⁽²⁶⁾。本化合物の血管収縮作用は, カルシウムイオンの透過性増大に基づくもので, パリトキシシなど他の海洋産毒にも共通してみられる特徴である。構造決定はスペクトルデータと分解反応に基づいて行なわれ, 62 員環大環状ラクトンを含む構造が明らかにされた。また, 本褐虫藻は生産培地の違いにより産生成分が異なることがわかり, f/2 培地を用いた培養藻体からは, C30 アルカロイドとしてゾーザンテラミン(25), アシル化ベタインとしてゾーザンテラベタイン A(26), およびセラミドとしてシンビオラミド-C16(27)などが分離された⁽²⁷⁾。この中で, ゾーザンテラミン(25)は, スナギンチャク類から分離されている C30 アルカロイドであるゾアンタミン(28)と構造が類似している。スナギンチャク類は内部に共生褐虫藻をもつことが知られており, ゾアンタミン(28)の生合成における共生微生物の関与が示唆される⁽²⁸⁾。

共生微生物由来と推定される他の海洋天然物

ゾアンタミン(28)とゾーザンテラミン(25)のように, 海洋無脊椎動物から分離された天然物の生合成に共生微生物の関与が示唆される例は, 以前から数多く報告されているが^(2,3), 最近いくつかの興味深い例が報告されている。①沖縄産海綿 *Dysidea arenaria* から得られたアレナスタチン A(29)⁽²⁹⁾と藍藻 *Nostoc* sp. から分離された微小管形成を阻害する抗腫瘍性デプシペプチド, クリプトファイシン-1(30)⁽³⁰⁾, ②五島列島産海綿 *Callyspongia truncata* から分離された強力な殺細胞活性物質カリスタチン A(31)⁽³¹⁾と放線菌 *Streptomyces* sp. が産生する抗真菌性抗生物質レプトマイシン B(32)⁽³²⁾, ③アメフラシ由来の抗癌剤として期待されているドラスタチン 10(33)⁽³³⁾とグアム島産海洋藍藻 *Symploca hydroides* から分離されたシンプロスタチン 1(34)⁽³⁴⁾などがその代表的な例で, 構造上の類似性から, 前者の代謝産物が後者のような微生物に由来していると考えら

図9 ■ クリプトファイシン-1(29), アレナスタチン A(30), カリスタチン A(31), レプトマイシン B(32), ドラスタチン 10(33) およびシンプロスタチン 1(34)の構造

れる(図9)。しかし、共生微生物の分離と培養技術は十分に確立されていない状況にあり、海洋共生微生物を新たな創薬資源として開発するためには、さらなる研究の進展が望まれる。

*

海洋無脊椎動物と微細藻との共生現象には、多くの興味深い問題が含まれている。たとえば、共生生活を送るにあたって、両者(ホストとゲスト)はどのようにして相手を識別するのだろうか。これについては、①両者は互いに引き寄せられる機構(ケミカルシグナル?)をもっている、②自分のゲストでない場合にはそれを撃退する、③ゲストが他のゲスト候補と競ってそれを撃退する、などの可能性が考えられる。また、宿主動物の体内において、共生藻の増殖はどのようにしてコントロールされているのであろうか。宿主細胞内での微細藻の無秩序な増殖は宿主にとって明らかに不利益であり、均衡を保つために何らかの調節因子(増殖抑制因子)が宿主細胞内で機能していることが推測される。このような問題が物質のレベルで理解されているのは、共生現象のごく限られた例にすぎない。このような共生現象の謎を有機化学的な手法で解明することは、大変興味深いテーマで

ある。一方、本稿で紹介してきたように、海洋共生微生物は、興味深い化学構造と生物活性をもつ天然物を数多く産生しており、新しい生物活性物質の宝庫として大いに期待される。

文献

- 1) 石橋正己, 小林淳一: 化学と生物, **33**, 62 (1995).
- 2) J. Kobayashi & M. Ishibashi: *Chem. Rev.*, **93**, 1753 (1993).
- 3) 小林淳一, 石橋正己, 繁森英幸: 有機合成化学協会誌, **50**, 772 (1992).
- 4) M. Ishibashi, M. Takahashi & J. Kobayashi: *J. Org. Chem.*, **60**, 6062 (1995).
- 5) J. Kobayashi, M. Takahashi & M. Ishibashi: *Tetrahedron Lett.*, **37**, 1449 (1996).
- 6) M. Ishibashi, M. Takahashi & J. Kobayashi: *Tetrahedron*, **53**, 7827 (1997).
- 7) J. Kobayashi, M. Takahashi & M. Ishibashi: *J. Chem. Soc. Chem. Commun.*, 1639 (1995).
- 8) たとえば, Y. Shimizu: *Chem. Rev.*, **93**, 1685 (1993).
- 9) J.L.C. Wright, T. Hu, J.L. MaLachlan, J. Needham & J. A. Walter: *J. Am. Chem. Soc.*, **118**, 8757 (1996).
- 10) H. Ishiyama, M. Ishibashi & J. Kobayashi: *Chem. Pharm. Bull.*, **44**, 1819 (1996).
- 11) M. Tsuda, A. Hatakeyama & J. Kobayashi: *J. Chem. Soc. Perkin Trans. 1*, 149 (1998).
- 12) J. Kobayashi, A. Hatakeyama & M. Tsuda: *Tetrahedron*, **54**, 697 (1998).
- 13) S.J. O'Connor & P.G. Williard: *Tetrahedron Lett.*, **30**, 4637 (1989).
- 14) C. Boden & G. Pattenden: *Synlett*, 181 (1994).
- 15) G.J. Hollingworth & G. Pattenden: *Tetrahedron Lett.*, **39**, 703 (1998).
- 16) T.K. Chakraborty, D. Thippeswamy, V.R. Suresh & S. Jayaprakash: *Chem. Lett.*, 563 (1997).
- 17) T.K. Chakraborty & V.R. Suresh: *Chem. Lett.*, 565 (1997).
- 18) D.-H. Lee & S.-W. Lee: *Tetrahedron Lett.*, **38**, 7909 (1997).
- 19) M.B. Cid & G. Pattenden: *Synlett*, 540 (1998).
- 20) T.K. Chakraborty & V.R. Suresh: *Tetrahedron Lett.*, **39**, 7775 (1998).
- 21) D.R. Williams & W.S. Kissel: *J. Am. Chem. Soc.*, **120**, 11198 (1998).
- 22) M. Satake, M. Murata, T. Yasumoto, T. Fujita & H. Naoki: *J. Am. Chem. Soc.*, **113**, 9859 (1991).
- 23) Y. Doi, M. Ishibashi, H. Nakamichi, T. Kosaka, T. Ishikawa & J. Kobayashi: *J. Org. Chem.*, **62**, 3820 (1997).
- 24) T. Kubota, M. Tsuda, Y. Doi, A. Takahashi, H. Nakamichi, M. Ishibashi, E. Fukushi, J. Kawabata & J. Kobayashi: *Tetrahedron*, **54**, 14455 (1998).
- 25) M. Murata, S. Matsuoka, N. Matsumori, G.K. Paul & K. Tachibana: *J. Am. Chem. Soc.*, **121**, 870 (1999).
- 26) H. Nakamura, T. Asari, A. Murai, Y. Kan, T. Kondo, K. Yoshida & Y. Ohizumi: *J. Am. Chem. Soc.*, **117**, 550 (1995).
- 27) 中村英士, 新居弓子, 川瀬裕子, 池田亜希, 村井章夫: 第40回天然有機化合物討論会講演要旨集, 109 (1998).
- 28) 中村英士: 有機合成化学協会誌, **56**, 651 (1998).
- 29) M. Kobayashi, S. Aoki, N. Ohyabu, M. Kurosu, W. Wang

- & I. Kitagawa : *Tetrahedron Lett.*, **35**, 7969 (1994).
- 30) T. Golakoti, I. Ohtani, G.M.L. Patterson, R.E. Moore, T. H. Corbett, F.A. Valeriote & L. Demchik : *J. Am. Chem. Soc.*, **116**, 4729 (1994).
- 31) M. Kobayashi, K. Higuchi, N. Murakami, H. Tajima & S. Aoki : *Tetrahedron Lett.*, **38**, 2859 (1997).
- 32) T. Hamamoto, S. Gunji, H. Tsuji & T. Beppu : *J. Antibiot.*, **36**, 639 (1983).
- 33) G.R. Pettit, Y. Kamano, C.L. Herald, A.A. Tuinman, F. E. Boettner, H. Kizu, J.M. Schmidt, L. Baczynskyj, K.B. Tomer & R.J. Bontems : *J. Am. Chem. Soc.*, **109**, 6883 (1987).
- 34) G.G. Harrigan, H. Luesch, W.Y. Yoshida, R.E. Moore, D. G. Nagle, V.J. Paul, S.L. Mooberry, T.H. Corbett & F.A. Valeriote : *J. Nat. Prod.*, **61**, 1075 (1998).

プロフィール

佐野 浩亮 (Hiroaki Sano) 昭和46年1月13日生<略歴>平成5年昭和大学薬学部生物薬学科卒業/7年同大学大学院薬学研究科修士課程修了/同年(株)第一ラジオアイソトープ研究所入社, 現在にいたる。この間, 平成10年九州大学大学院薬学研究科博士後期課程社会人特別選抜修了, 現在, 同大学特別研究員<研究テーマと抱負>活性酸素・フリーラジカルと生理現象・病態との関係<趣味>テニス, 旅行

阪井 康能 (Yasuyoshi Sakai) 昭和34年5月22日生<略歴>昭和57年京都大学農学部農芸化学科卒業/63年同大学大学院農学研究科博士課程中退(農博)/同年日本学術振興会特別研究員, 京都大学助手/平成6年同助教授, 現在にいたる<研究テーマと抱負>C₁代謝と遺伝子発現<趣味>音楽

新本 洋士 (Hiroshi Shinmoto) 昭和31年9月20日生<略歴>昭和58年愛媛大学大学院農学研究科修士課程修了/同年雪印乳業(株)入社, 技術研究所勤務/平成5年農林水産省食品総合研究所食品機能部機能成分研究室主任研究官/10年東北農業試験場畑地利用部流通利用研究室室長, 現在にいたる<研究テーマと抱負>食品の新しい機能性の解明<趣味>猫(メインクーン)の飼育繁殖

鈴木 匡 (Masashi Suzuki) 昭和39年4月15日生<略歴>昭和62年東京大

学農学部農業生物学科卒業/平成元年同大学大学院農学系研究科修士課程修了/同年日本たばこ産業(株)生命科学研究科勤務/7年東京大学大学院農学生命科学研究科助手/8年農博取得, 現在にいたる<研究テーマと抱負>植物ウイルスの複製機構の解明<趣味>野球, ゴルフ

関 沢 純 (Jun Sekizawa) 昭和19年2月7日生<略歴>1971年東京大学大学院農学系研究科農芸化学専攻修了/同年東京都公害研究所水質部勤務/1975年米国ニューヨーク州立大学生物学科留学/1978年小川香料(株)中央研究所/1982年国立医薬品食品衛生研究所勤務, 現在にいたる<研究テーマと抱負>21世紀に健康的な環境を取り戻してゆくには科学的なリスク評価と, 人々の間のコミュニケーション(それぞれの意見・考え方)の確立が必要と考えている<趣味>登山, ガーデニング

田中 宥司 (Hiroshi Tanaka) 昭和27年12月6日生<略歴>昭和53年関西学院大学理学部化学科卒業, 同大学大学院修士課程修了後, 55年カゴメ(株)入社/平成10年農林水産省入省, 現在, 農業生物資源研究所生物工学部生殖制御研究室室長, 平成4年農博(東京大学)<研究テーマと抱負>植物の草型に関する遺伝子解析およびその発明機構の解明<趣味>相撲ファン, 読書

田部井 豊 (Yutaka Tabei) 昭和33年

9月10日生<略歴>1985年宇都宮大学農学部農学科卒業/同年農林水産省入省, 野菜試験場勤務/1994年同省農業生物資源研究所へ異動/1997年同省農林水産技術会議事務局先端産業技術研究課へ異動, 現在にいたる。1996年農博(筑波大学)<研究テーマと抱負>遺伝子組換え技術を含めたバイオテクノロジーの育種への利用<趣味>スキー, 音楽鑑賞, オーディオ

高辻 博志 (Hiroshi Takatsuji) 昭和31年1月8日生<略歴>昭和53年京都大学理学部化学科卒業/58年同大学大学院理学研究科博士課程修了/同年農林水産省植物ウイルス研究所勤務/同年同省農業生物資源研究所勤務, 現在にいたる。この間, 昭和63年~平成3年米国ロックフェラー大学留学<研究テーマと抱負>植物の形態形成の分子機構の解明, 特に転写因子<趣味>ピアノ, テニス

谷村 禎一 (Teiichi Tanimura) 1951年8月23日生<略歴>1975年東北大学農学部食糧化学科卒業/1980年同大学大学院理学研究科博士課程中退/同年基礎生物学研究所助手/1986年福岡大学理学部生物学教室助教授/1990年九州大学教養部生物学教室助教授/1994年同理学部生物学学科助教授, 現在にいたる<研究テーマと抱負>ショウジョウバエの分子神経生物学(味覚受容の分子機構, サーカディアンリズム, 記憶学習)<趣味>趣味とはいえないが読書