

令和 6 年 6 月 10 日現在

機関番号：33803
研究種目：若手研究
研究期間：2021～2023
課題番号：21K14904
研究課題名（和文）『海産の含ハロゲン化合物は、防汚性を備えた環境対応型の養殖網となり得るか』の究明

研究課題名（英文）Discovery of environment friendly antifouling secondary metabolites to create new fishing net

研究代表者
鎌田 昂（Takashi, Kamada）

静岡理工科大学・理工学部・准教授

研究者番号：40815859
交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,500,000円

研究成果の概要（和文）： 紅藻、海洋軟体動物、苔類および植物由来の二次代謝産物を用いて、イガイ類の足系に対する着生阻害活性を評価した。その結果、紅藻と軟体動物由来のテルペン類に顕著な活性が認められた。構造活性相関を検討したところ、ハロゲン原子の有無が活性に大きく関与している可能性が高いことが分かった。

次に、環境対応型の新規養殖網の開発に向け、市販の網にハイドロゲル層を構築し、海産のテルペンを内包させるか否かを調べた。その結果、テトロン製の網とハイドロゲル高分子剤の相性が優れていること、および、高分子剤中に低分子化合物を内包させることが可能であることが分かった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

研究を推進し、農林水産省気候変動適応計画の目標項目に挙げられる「魚病への対策を講じること」と世界の定めるSDGs（持続可能な開発目標）の理念の一つである「海の豊かさを守ろう（14番）」に応えた。本成果をマリンオープンイノベーション機構が主催したMaOIサロンで市民に広く紹介した。また「ひらめきときめきサイエンス」に3年連続採択されており、児童の知的創造性を育む教育活動に積極的に参画した。

研究成果の概要（英文）： Secondary metabolites from red algae, marine mollusks, liverworts, and plants were evaluated for their antifouling activities on mussel tarsal filaments. Significant activity was observed for the terpenes from red algae and mollusks. Examination of the structure-activity relationship revealed that the presence or absence of halogen atoms is likely to play a significant role in the activity.

To develop a new environmentally friendly aquaculture net, I constructed a hydrogel layer on a commercially available net and examined whether it was possible to internalize marine terpenes. The results showed that the compatibility of the hydrogel polymeric agent with nets made of Tetoron was excellent and that it was possible to internalize low-molecular-weight compounds in the polymeric agent.

研究分野： 海洋天然物化学

キーワード： 紅藻 ソゾ 二次代謝産物 含ハロゲン化合物 テルペン イガイ 着生阻害 養殖網

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

水産養殖施設において、養殖網を海水中に長時間浸していると、藻類や貝類などの汚損生物が附着・着生する。その結果、潮通しが妨げられることで、寄生虫や真菌が発生し、養殖生物に悪影響を与えるとともに漁業関係者の収穫作業に多大な支障を及ぼす。

汚損生物や寄生虫を除去するためには強力な防汚剤の使用が想定される。しかし、防除効果が強ければ強いほど、他の生物の生態系までも壊す危険性ははらむ。この例として、過去に被害を鎮静化した有機金属系化合物による防汚塗料が挙げられるが、その使用は上述の理由から禁止された。このような実情から、汚損生物や寄生虫に対して環境毒性が低く、かつ効果的な新しい養殖網の開発が急務となっている。

そこで、元々海洋環境に存在する海洋生物由来の天然有機化合物を活用し、これらの着生を阻害するといった発想に至った。本研究では、紅藻および海洋軟体動物由来の含ハロゲン化合物などに焦点をあて、毒性を伴う既存の防汚塗料に代わり、汚損生物を近づけない阻害作用を有する養殖網の開発を目指した。

2. 研究の目的

本研究の目的は、海洋生物由来の含ハロゲン化合物の中から、汚損生物に対して着生阻害活性を示す新しい候補化合物を見出すこと、および、これらの化合物をハイドロゲル高分子材に混ぜて、環境対応型の養殖網を開発するための検討を行うことであった。研究は3年間というスパンの中で順次実施し、最終的には汚損生物に対する新しい養殖網の試作品創製へと進展させた。

3. 研究の方法

環境対応型の養殖網開発へ繋がる候補化合物を天然有機化合物に求め、下記の研究項目(1)~(4)に取り組んだ。

(1) 生物資源の採集、同定および抽出物ライブラリーの作製

千葉県・静岡県・広島県・佐賀県・沖縄県の浅海などを中心に海洋生物の野外調査と採集を実施した。当研究室で既に保有していた生物試料と合わせて、有機溶媒抽出物を調製した。

(2) ムラサキイガイの足系に対する着生阻害試験スクリーニング

得られた抽出物を、従来からの共同研究機関である静岡県水産・海洋技術研究所の大型水槽で、ムラサキイガイの足系に対する着生阻害評価試験のスクリーニングに供した。

(3) 着生阻害活性化合物の単離、構造決定および構造活性相関の解析

各種クロマトグラフィー法による分離を行いながら、着生阻害活性を指標として活性本体が含まれるフラクションを追跡し、最終的に活性化合物を単離・精製した。

種々の機器分析法(NMR・MSなど)を用いて、単離した活性化合物の化学構造を明らかにした。当研究室で保有する天然有機化合物バンクの化合物と新しく取得した化合物に対して活性評価を行った。化学構造の比較検討を行うことで、構造活性相関の解析も行った。

(4) 着生阻害化合物を混合した養殖網の試作品開発および評価試験

水産養殖施設で一般に使用されている養殖網はポリエステルなどの合成繊維を素材に作られているが、本研究では、着生阻害活性化合物を混合した養殖網を試作した。着生阻害活性化合物の構造式から、可逆的な共有結合・静電相互作用・水素結合などを決定し、ハイドロゲル高分子材料に混ぜ合わせた。この耐久性を、UV-VISと熱分析から評価・解析した。

調製した試作品を流水型の大型水槽に浸漬し、阻害率を既存の網類と比較した。本項目は、現在も継続して実施中である。

4. 研究成果

令和3年度から令和5年度の研究活動から以下の成果(1)~(4)を得た。

(1) 生物資源の採集、同定および抽出物ライブラリーの作製

拠点となる静岡県にて紅藻、アメフラシおよび軟体サンゴを採集した。他に、従来からの共同研究者の拠点先である千葉県、広島県、佐賀県、沖縄県などからも上述の海洋生物と陸上植物を採集した。種の判別が難しいとされるソゾ属の同定では、形態とサクランボ小体を光学顕微鏡で観察した後、ルビスコラーゼサブユニット遺伝子(*rbcl*)の塩基配列の解析を行った。

採集したサンプルをメタノールおよびエタノールで抽出し、抽出物ライブラリーを作製した。その総数は約50個となった。

(2) ムラサキイガイの足系に対する着生阻害試験スクリーニング

静岡県水産・海洋技術研究所の大型水槽内で、ムラサキイガイに対する着生阻害活性試験を実施した。具体的には、ウェブロン紙で作製したサンプルゾーンとブランクゾーンの境界上にムラサキイガイを固定した(図1)。続いて、遮光・流水条件下の水槽内で3時間足系を形成させ、足系の本数を計測することで各種化合物の阻害率を求めた。ポジティブコントロールには硫酸銅を用いた。試験の概略図を図1に示す。

【1 研究目的、研究方法など(つづき)】

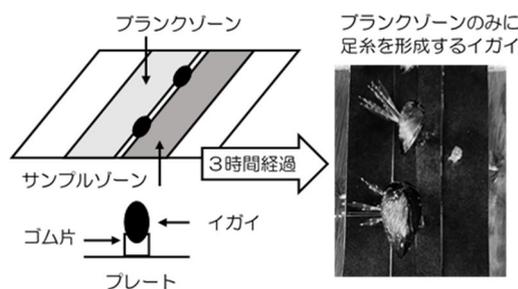


図1. ムラサキイガイの足糸に対する着生阻害試験

(3) 着生阻害活性化合物の単離、構造決定および構造活性相関の解析

紅藻ソゾおよびソゾを摂餌したアメフラシ由来の新規化合物

ヒメソゾ、ウラソゾ、マギレソゾおよびジャノメアメフラシから総計6種の新規含ハロゲン化合物(1-6)を単離・構造決定した。化合物1の絶対立体配置は、既知化合物の aplysin-20 を二酸化マンガンにより酸化した後、1との¹H NMR スペクトルと比較して決定した。化合物2は13位にエキソオレフィンをもつ spongian 型ジテルペンであり、藻類から単離されたことは初めての報告となった。また、ミツデソゾとミナミソゾから、過去にフジツボ類に対して顕著な付着阻害活性が認められていた laurinterol (7) を単離した。化合物1-7の化学構造を図2に示す。中でも、含ハロゲンジテルペンの1と2および含ハロゲンセスキテルペンの7は、ムラサキイガイの足糸に対して強力な着生阻害活性を示した。

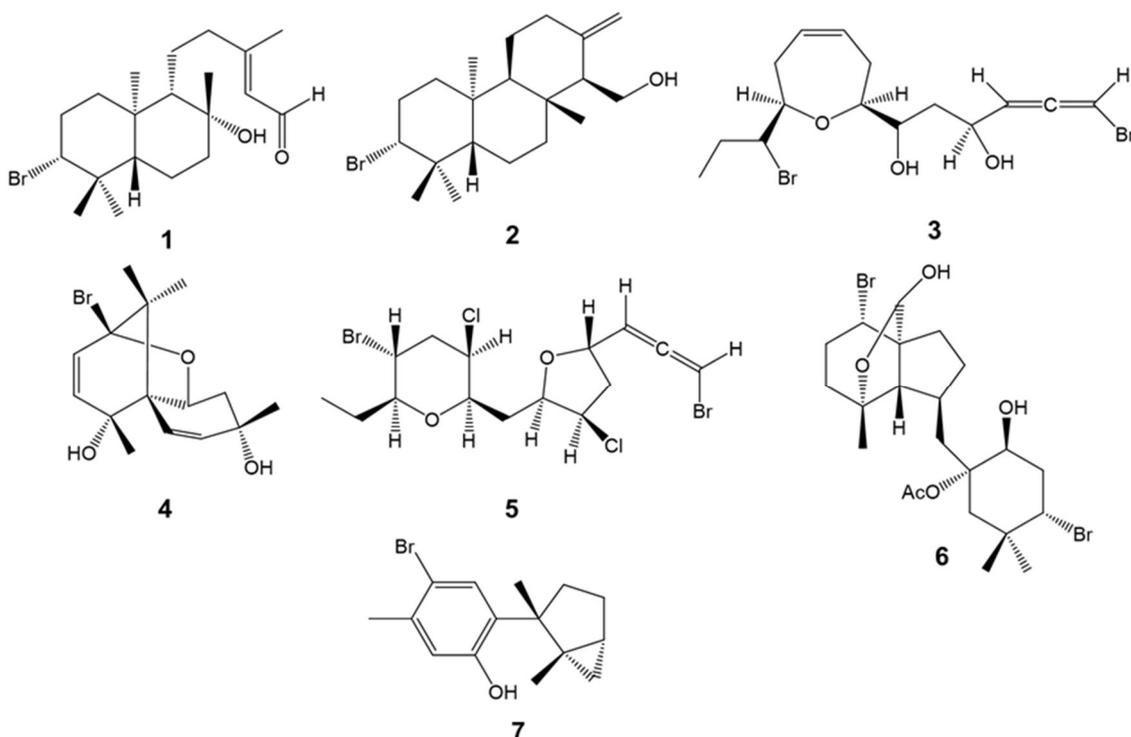


図2. 紅藻ソゾおよびジャノメアメフラシ由来の含ハロゲン化合物

1. Sato, K., Kaneko, K., Kamekawa, Y., Taba, K., Ishigami, S., Wada, M., Ishii, T., Abe, T., **Kamada, T.***, Suzuki M. Two new halogenated compounds from the marine red alga *Laurencia nipponica* Yamada from the Kunashiri and Etorofu islands. *Chemistry and Biodiversity* 18, e2100397, 2021.
2. Minamida, Y., Matsuura, H.*, Ishii, T., Miyagi, M., Shinjo, Y., Sato, K., **Kamada, T.**, Mihara, Y., Togashi, I., Sugimoto, K., Abe, T., Kikuchi, N., Suzuki, M. New acetogenin katsuurallene from *Laurencia saitoi* collected from Katsuura, Japan. *Natural Products and Bioprospecting* 12, 10, 2022.
3. Nagasaka, M., Isa, H., Tahara, A., Fukada, R., **Kamada, T.**, Ishii, T.* Diversity of halogenated secondary metabolites in Okinawan *Aplysia argus* including 12-hydroxypinnaterpene C and their feeding targets. *Chemistry and Biodiversity* 20, e202300791, 2023. (表紙選出)
4. Fukada, R., Yamagishi, Y., Nagasaka, M., Osada, D., Nimura, K., Oshima, I., Tsujimoto, K., Kirihara, M., Takizawa, S., Kikuchi, N., Ishii, T., **Kamada, T.*** Antifouling brominated diterpenoids from Japanese marine red alga *Laurencia venusta* Yamada. *Chemistry and Biodiversity* 20, e202300888, 2023.

【1 研究目的、研究方法など(つづき)】

紅藻ホソバナミノハナからの新規化合物の取得

にて、紅藻ソゾ由来の含ハロゲンセスキテルペンおよびジテルペン類に活性が認められたことから、含ハロゲンモノテルペンについても活性を評価した。ソゾは含ハロゲンテルペンの有能な生産者であることが知られているものの、未だ含ハロゲンモノテルペンは発見されていない。そこで、過去に数多くの含ハロゲンモノテルペンが報告されていた紅藻ホソバナミノハナの抽出物から探索を行い、新規化合物 **8** を含む総計 4 種の含ハロゲンモノテルペンを単離・構造決定した(図 3)。化合物 **8** は顕著な着生阻害活性を示した。

5. Ishigami, S., Fukada, R., Nagasaka, G., Tsuruta, T., Nishikawa, K., Sasaki, Y., Nimura, K., Oshima, I., Yamagishi, Y., Morimoto, Y., **Kamada, T.***, Ishii, T.* Halogenated cyclic monoterpeneoids with anti-biofouling activity from the Okinawan red marine algae *Portieria Hornemannii*. *Chemistry and Biodiversity* 21, e202400436, 2024.

軟体サンゴからの新規化合物の取得

沖縄県で採集したカタトサカおよびウネタケ属の軟体サンゴから新規ジテルペン (**9-10**) を 2 種見出した。化合物 **9** は新規性の高い炭素骨格を有する化合物であった(図 4)。調査地では、カタトサカやウネタケなどの軟体サンゴが優占種であった。一連の実験結果から、本研究で扱った軟体サンゴは、ジテルペンを高濃度で蓄積することによって他の生物から身を守り、広く分布・生育しているのではないかと推察した。

6. Ishii, T., Sato, K., Ito, G., Kawano, J., Takabe, W., Phan, C. S., Ishigami, S., **Kamada, T.*** Unusual cembrane diterpenoid isolated from the Japanese soft coral genus *Sinularia*. *Heterocycles* 104, 797–803, 2022.
7. Sato, K., Ishigami, S., Koike, M., Takegahara, H., Yamamoto, A., Kaneko, K., Tani, K., Ishii, T., **Kamada, T.*** New marine diterpenoid from the Okinawan soft coral, *Lobophytum* sp. *Natural Product Communications* 18, 1–6, 2023.

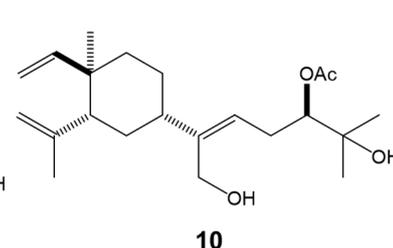
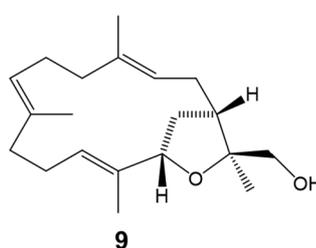
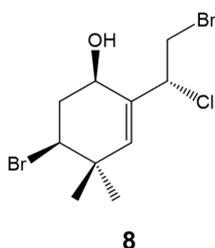


図 3. 紅藻ホソバナミノハナ由来の
新規含ハロゲンモノテルペン

図 4. 軟体サンゴ由来の新規ジテルペン

海岸植物からの新規化合物の取得

海岸植物のダルマガク(*Aster spathulifolius*)から新規ジテルペン配糖体 (**11**)を見出した(図 5)。ダルマガクは、国内では中国地方から九州南部の海岸に自生するキク科の海岸植物であり、10～11月に薄青紫色の花を咲かせる。葉や茎は海岸植物らしく、肉厚で毛が密生している。隣国の韓国では、古くから薬用として使用されてきた。本化合物は、免疫機能の調節に関わるタンパク質 CD39 の遺伝子発現促進活性を示したため、特許出願した。他に、*Plectranthus barbatus* の成分分析も実施した。

8. Kawano, J., Fukada, R., Sato, K., Kitajima, A., Kirihara, M., Tsuge, K., Kumeta, M., Hara, T., Hashimoto, H., Tani, K.*, **Kamada, T.*** Diterpene glycosides derived from *Aster spathulifolius* have immunomodulatory effects. *Heterocycles* 106, 2040–2051, 2023.
9. Ishii, T.*, Matayoshi, N., Taba, K., **Kamada, T.** Two new abietane diterpenoids from *Plectranthus barbatus*. *Chemistry of Natural Compounds* 58, 474–477, 2022.

苔類からの新規化合物の取得

苔類は、本研究にて有望な活性化合物が多数見出された紅藻ソゾがもつサクランボ小体とよく似た油体を有し、polygodial のように海洋生物の付着を阻害する多彩なテルペン類を生産する。そこで、静岡県産苔類由来の二次代謝産物の活性評価も行った。結果として、周智郡森町の伏間川で採集したヤマトムチゴケから 2 種の eremophilane 型セスキテルペン (**12-13**) を見出した(図 6)。Eremophilane は苔類の化学成分として稀な存在であり、ムチゴケ類から発見されたのは今回が初めてとなった。

【1 研究目的、研究方法など(つづき)】

10. Fukada, R., Kawano, J., Tsuruta, T., Nonaka, T., Sato, K., Miyajima, S., Ishigami, S., Ishii, T., Nishikawa, K., Asakawa, Y., **Kamada, T.*** Two new eremophilane-type sesquiterpenoids from Japanese liverwort *Bazzania japonica*. *Chemistry and Biodiversity* 20, e202300131, 2023. (表紙選出)

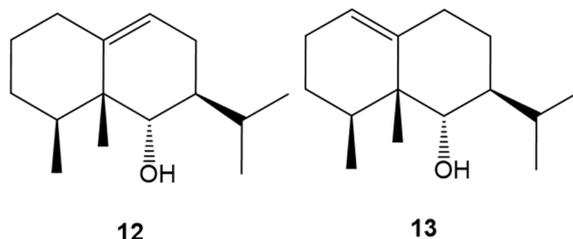
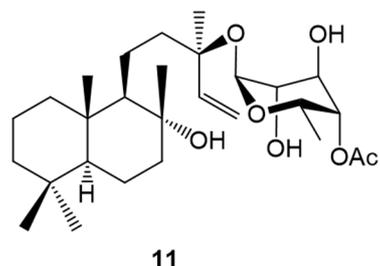


図 5. ダルマガク由来の
新規ジテルペン配糖体

図 6. ヤマトムチゴケ由来の新規セスキテルペン

(4) 養殖網の試作品の検討

化合物 7 はムラサキガイに対して $0.16 \mu\text{mol}/\text{cm}^2$ という少ない供試量で 95% 以上の阻害率を示した。この値は、同時に試験に供した類縁体のみならず、ポジティブコントロールとして使用した硫酸銅の数値と比較しても強かった。先行研究の成果と併せて検討したところ、7 はフジツボや付着珪藻などの汚損生物全般に対しても有効な阻害活性を示すことから、環境対応型の漁網の原料として有望であった。また、化合物 7 は天然由来のシード化合物として十分な収量が得られるため、応用研究へと展開しやすかった。

そこで、テトロン製の市販の漁網にハイドロゲル高分子剤をコーティングできるか検討した。具体的には、漁網を PVA と poly(MAAc) の溶液に浸漬し、乾燥後、熱架橋することで漁網上にハイドロゲル層を構築した。その結果、FT-IR で高分子剤由来の官能基のピークが検出できた。次に、ハイドロゲル高分子剤に低分子のモデル化合物(メチレンブルー)を内包させる実験を行った結果、高分子剤の存在量の増加にともない、内包する化合物量も増加した。以上の知見から、テトロン製の漁網とハイドロゲル高分子剤の相性が優れていること、ならびに高分子剤中に低分子化合物を内包させることが可能であることを突き止めた。コーティング前後を比較した SEM 写真を図 7 に示す。

現在、テトロン製の漁網に上記ハイドロゲル高分子剤をコーティングした後、7 を内包させ、作製した試作品を流水型の大型水槽に浸漬させることで、汚損生物の阻害率を評価中である。

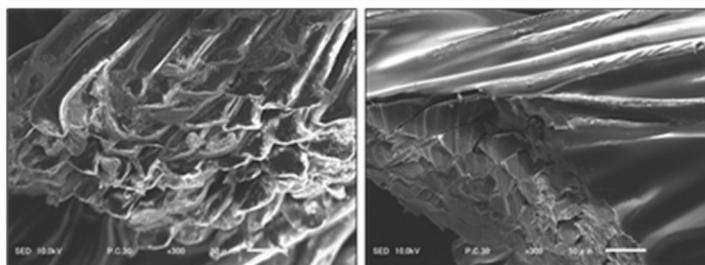


図 7 . SEM による漁網の比較 (左 : コート前, 右 : コート後)

5. 今後の予定

上述の研究を深化・継承し、水圏生物および陸上植物由来の化合物から、より環境毒性が低く、かつ着生阻害活性が強い候補化合物を探索する。そして、これまでに取得した着生阻害活性化合物の作用機序の解明を行う。さらに、化学合成を行うことで実用化を目指した応用研究へと発展させる。また、養殖網の試作品をフィールド試験に供するため、高強度化を図る。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計13件（うち査読付論文 12件 / うち国際共著 1件 / うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Sato Kosuke, Ishigami Shinnosuke, Koike Masaki, Takegahara Haruto, Yamamoto Ayumi, Kaneko Kensuke, Tani Kazuki, Ishii Takahiro, Kamada Takashi	4. 巻 18
2. 論文標題 New Marine Diterpenoid from the Okinawan Soft Coral, Lobophytum sp.	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Natural Product Communications	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1177/1934578X221075978	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Nagasaka Misaki, Isa Hayato, Tahara Arisu, Fukada Ryosuke, Kamada Takashi, Ishii Takahiro	4. 巻 20
2. 論文標題 Diversity of Halogenated Secondary Metabolites in Okinawan <i>Aplysia argus</i> Including 12 Hydroxypinnaterpene C and Their Feeding Targets	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Chemistry & Biodiversity	6. 最初と最後の頁 e202300791
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/cbdv.202300791	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Nagasaka Misaki, Isa Hayato, Tahara Arisu, Fukada Ryosuke, Kamada Takashi, Ishii Takahiro	4. 巻 20
2. 論文標題 Front Cover: Diversity of Halogenated Secondary Metabolites in Okinawan <i>Aplysia argus</i> Including 12 Hydroxypinnaterpene C and Their Feeding Targets (Chem. Biodiversity 8/2023)	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Chemistry & Biodiversity	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/cbdv.202301226	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Fukada Ryosuke, Yamagishi Yukimasa, Nagasaka Misaki, Osada Daiki, Nimura Kazumi, Oshima Iori, Tsujimoto Kazuki, Kiri-hara Masayuki, Takizawa Shinobu, Kikuchi Norio, Ishii Takahiro, Kamada Takashi	4. 巻 20
2. 論文標題 Antifouling Brominated Diterpenoids from Japanese Marine Red Alga <i>Laurencia venusta</i> Yamada	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Chemistry & Biodiversity	6. 最初と最後の頁 e202300888
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/cbdv.202300888	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kawano Jin, Fukada Ryosuke, Sato Kosuke, Kitajima Atsuhito, Kirihara Masayuki, Tsuge Keisuke, Kumeta Mayu, Hara Takuya, Hashimoto Hitoshi, Tani Koji, Kamada Takashi	4. 巻 106
2. 論文標題 Diterpene Glycosides Derived from <i>Aster spathulifolius</i> Have Immunomodulatory Effects	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 HETEROCYCLES	6. 最初と最後の頁 2040-2051
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3987/com-23-14919	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ishigami Shinnosuke, Fukada Ryosuke, Nagasaka Genki, Tsuruta Tomoki, Nishikawa Keisuke, Sasaki Yu, Nimura Kazumi, Oshima Iori, Yamagishi Yukimasa, Morimoto Yoshiki, Kamada Takashi, Ishii Takahiro	4. 巻 21
2. 論文標題 Halogenated Cyclic Monoterpenoids with Anti Biofouling Activity from the Okinawan Red Marine Algae <i>Portieria Hornemannii</i>	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Chemistry & Biodiversity	6. 最初と最後の頁 e202400436
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/cbdv.202400436	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Fukada Ryosuke, Kawano Jin, Tsuruta Tomoki, Nonaka Takuto, Sato Kosuke, Miyajima Susumu, Ishigami Shinnosuke, Ishii Takahiro, Nishikawa Keisuke, Asakawa Yoshinori, Kamada Takashi	4. 巻 20
2. 論文標題 Two New Eremophilane Type Sesquiterpenoids from Japanese Liverwort <i>Bazzania japonica</i>	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Chemistry & Biodiversity	6. 最初と最後の頁 e202300131
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/cbdv.202300131	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Fukada Ryosuke, Kawano Jin, Tsuruta Tomoki, Nonaka Takuto, Sato Kosuke, Miyajima Susumu, Ishigami Shinnosuke, Ishii Takahiro, Nishikawa Keisuke, Asakawa Yoshinori, Kamada Takashi	4. 巻 20
2. 論文標題 Front Cover: Two New Eremophilane Type Sesquiterpenoids from Japanese Liverwort <i>Bazzania japonica</i> (Chem. Biodiversity 4/2023)	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Chemistry & Biodiversity	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/cbdv.202300485	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Sato Kosuke, Kaneko Kensuke, Kamekawa Tsuyoshi, Taba Kanako, Ishigami Shinnosuke, Wada Masahiro, Ishii Takahiro, Abe Tsuyoshi, Kamada Takashi, Suzuki Minoru	4. 巻 19
2. 論文標題 Corrigendum: Two New Halogenated Compounds from the Marine Red Alga <i>Laurencia nipponica</i> Yamada from the Kunashiri and Etorofu Islands	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Chemistry & Biodiversity	6. 最初と最後の頁 e2100397
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/cbdv.202200112	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ishii Takahiro, Matayoshi Natsuki, Taba Kanako, Kamada Takashi	4. 巻 58
2. 論文標題 Two New Abietane Diterpenoids from <i>Plectranthus barbatus</i>	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Chemistry of Natural Compounds	6. 最初と最後の頁 474-477
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1515/9783110595949	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Sato Kosuke, Kaneko Kensuke, Kamekawa Tsuyoshi, Taba Kanako, Ishigami Shinnosuke, Wada Masahiro, Ishii Takahiro, Abe Tsuyoshi, Kamada Takashi, Suzuki Minoru	4. 巻 18
2. 論文標題 Two New Halogenated Compounds from the Marine Red Alga <i>Laurencia nipponica</i> Yamada from the Kunashiri and Etorofu Islands	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemistry & Biodiversity	6. 最初と最後の頁 e2100397
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/cbdv.202100397	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ishii Takahiro, Sato Kosuke, Ito Ginji, Kawano Jin, Takabe Wakako, Phan Chin-Soon, Ishigami Shinnosuke, Kamada Takashi	4. 巻 104
2. 論文標題 Unusual Cembrane Diterpenoid Isolated from the Japanese Soft Coral Genus <i>Sinularia</i>	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 HETEROCYCLES	6. 最初と最後の頁 797-803
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3987/COM-21-14613	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Minamida Yu, Matsuura Hiroshi, Ishii Takahiro, Miyagi Miyu, Shinjo Yuto, Sato Kosuke, Kamada Takashi, Mihara Yoshihiro, Togashi Iwao, Sugimoto Keisuke, Abe Tsuyoshi, Kikuchi Norio, Suzuki Minoru	4. 巻 12
2. 論文標題 New acetogenin katsuuralene from Laurencia saitoi collected from Katsuura, Japan	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Natural Products and Bioprospecting	6. 最初と最後の頁 10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s13659-022-00328-1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計19件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 4件)

1. 発表者名 石上慎之甫・鈴木綾乃・八木郁哉・高田晃瑠・川野仁・二村和視・大島伊織・鎌田昂・石井貴広
2. 発表標題 沖縄県産軟体サンゴの化学防御機構に着目した抗マリングロス活性物質の探索
3. 学会等名 第67回香料・テルペンおよび精油化学に関する討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 深田峻介・山岸幸正・長坂弥咲・長田大輝・二村和視・大島伊織・辻本夏月・桐原正之・滝澤忍・菊地則雄・石井貴広・鎌田昂
2. 発表標題 日本産紅藻ヒメソゾ由来の新規含酸素ジテルペンの構造とムラサキイガイ着生阻害活性
3. 学会等名 第67回香料・テルペンおよび精油化学に関する討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 長田大輝・佐藤光将・二村和視・大島伊織・小土橋陽平・鎌田昂
2. 発表標題 SDGs対応型の新規漁網開発を目的とした着生阻害物質の探索
3. 学会等名 第67回香料・テルペンおよび精油化学に関する討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山岸幸正・祝しずく・神崎涼菜・石井貴広・鎌田昂・三輪泰彦
2. 発表標題 沖縄産紅藻ソゾ属Laurenciaの分子系統解析
3. 学会等名 日本藻類学会第48回大会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Fukada, R., Nishikawa, K., Nimura, K., Oshima, I., Kirihara, M., Takizawa, S., Morimoto, Y., Yamagishi, Y., Kikuchi, N., Ishii, T., Kamada, T.
2. 発表標題 New antifouling brominated diterpenes from Japanese red alga genus Laurencia
3. 学会等名 The 9th Asian Pacific Phycological Forum (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Ishigami, S., Fukada, R., Nagasaka, G., Tsuruta, T., Nishikawa, K., Sasaki, Y., Nimura, K., Oshima, I., Yamagishi, Y., Morimoto, Y., Kamada, T., Ishii, T.
2. 発表標題 New halogenated cyclic monoterpenoid with anti-biofouling activity from Japanese red alga Portieria hornemanni
3. 学会等名 The 9th Asian Pacific Phycological Forum (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Miwa, T., Osada, D., Sato, K., Yamagishi, Y., Ishii, T., Kamada, T.
2. 発表標題 Chemotaxonomic study of Japanese marine red alga Laurencia composita
3. 学会等名 The 9th Asian Pacific Phycological Forum (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 谷孝二・川野仁・佐藤光将・原卓也・桑田麻由・橋本仁志・柘植圭介・鎌田昂
2. 発表標題 ガルマギク抽出物の免疫機能調節作用に関する研究
3. 学会等名 日本生薬学会第68回年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 深田峻介・川野仁・野中拓渡・佐藤光将・石上慎之甫・石井貴広・浅川義範・鎌田昂
2. 発表標題 静岡県産ムチゴケ類が生産するテルペン類の化学構造と生物活性
3. 学会等名 第66回香料・テルペンおよび精油化学に関する討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 川野仁・佐藤光将・谷孝二・原卓也・桑田麻由・橋本仁志・柘植圭介・鎌田昂
2. 発表標題 ガルマギク由来新規ジテルペンの探索と免疫調節作用
3. 学会等名 第66回香料・テルペンおよび精油化学に関する討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田原愛里寿・石上慎之甫・長坂弥咲・鎌田昂・石井貴広
2. 発表標題 与勝諸島に生育する紅藻ソゾ由来の新規二次代謝産物
3. 学会等名 第66回香料・テルペンおよび精油化学に関する討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 石上慎之甫・佐藤光将・伊藤銀志・川野仁・高部稚子・鎌田昂・石井貴広
2. 発表標題 沖縄県産の軟体サンゴから得られた新規骨格を有するジテルペンの化学構造と生物活性
3. 学会等名 第66回香料・テルペンおよび精油化学に関する討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 竹ヶ原陽斗・鎌田昂・加藤亜記・金子賢介・山本歩
2. 発表標題 海洋生物由来化合物のTK6細胞に対する細胞毒性・遺伝毒性評価
3. 学会等名 日本農芸化学会2023年度大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山岸幸正・岡本修弥・菊池啓人・岸本直人・鎌田昂・菊池則雄・鈴木稔・三輪泰彦
2. 発表標題 日本産紅藻ソゾ属LaurenciaのrbcLおよびcox1系統解析
3. 学会等名 日本藻類学会第47回大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Kamada Takashi, Sato Kosuke, Nimura Kazumi, Okamoto Kazutoshi
2. 発表標題 Biological potentials of halogenated secondary metabolites from Japanese marine red algae Laurencia spp
3. 学会等名 AFOB Malaysia Chapter International Symposium 2021 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 佐藤光将・金子賢介・石井貴広・山岸幸正・加藤亜紀・二村和視・岡本一利・菊池則夫・鈴木稔・鎌田昂
2. 発表標題 紅藻ソゾ由来の新規含ハロゲンテルペンの構造と生物活性
3. 学会等名 第65回香料・テルペンおよび精油化学に関する討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 谷孝二・川野仁・佐藤光将・原卓也・桑田麻由・橋本仁志・柘植圭介・鎌田昂
2. 発表標題 タルマギク抽出物の免疫調節作用と活性成分の探索
3. 学会等名 日本薬学会第142年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山岸幸正・弘岡瑞樹・米須夏美・佐藤将光・鎌田昂・菊池則雄・鈴木稔・阿部剛史・三輪泰彦
2. 発表標題 広島県東部海岸に生育する紅藻ソゾ属の分類について
3. 学会等名 日本藻類学会第46回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 趙浴竹・佐藤光将・鎌田昂・宮地竜郎
2. 発表標題 Serratia nematodiphila H-1-1株の産生するミミズ殺傷物質
3. 学会等名 日本防菌防黴学会第48回年次大会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計0件

〔取得〕 計1件

産業財産権の名称 CD39発現促進剤	発明者 糸田麻由、鎌田 昂、 他5名	権利者 糸田麻由、原卓 也、橋本仁志、 谷孝二
産業財産権の種類、番号 特許、特願2022-029423	取得年 2023年	国内・外国の別 国内

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
ラトビア	Latvian Institute of Organic Synthesis			
シンガポール	National University of Singapore			
マレーシア	University of Malaysia Sabah			