



化学遺産の第8回認定 1

認定化学遺産 第039号

辻本満丸博士の先駆的偉業 魚油や肝油が日本の産業を支えた時代の世界的油脂化学者

山岡正和 Masakazu YAMAOKA

辻本満丸博士は、東京工業試験所で数多くの油脂成分を世界で初めて発見し命名した先駆的油脂化学者である。特に1916年に鮫の肝油から初めてスクアレンを発見・命名したことは、博士の名を世界的なものにした。1920年には「油脂の研究」で恩賜賞を受賞している。我が国の魚油の硬化油製造業の育成と保護にも関わり、日本の油脂化学と油脂工業の生みの親、育ての親と呼ばれている。

辻本博士の実験ノートと研究業績

辻本満丸博士（図1、1877～1940）は、スクアレンの発見で世界的に著名な油脂化学者である¹⁾。博士は、大きさがほぼ揃った小型の実験ノート88冊に、日々の実験記録を1902年8月から日付順にインクで書き留めた（図2）。博士の死後、実験ノートと関連する標本類は、一時東京大学で保管された後に東京工業試験所に移管され²⁾、産業技術総合研究所（現）の研究機器保存棟で保管されてきた。これらが化学遺産登録されたのを機会に、博士の研究業績を辿ってみたい。

辻本博士の研究業績は、二百数十篇の論文、丸善から上梓した「日本植物油脂」、「海産動物油」、「肝油の研究」の3冊の書籍、魚油の硬化油製造法などの日本特許と



図1 辻本満丸博士



図2 実験ノート

やまおか・まさかず

〔経歴〕1978年東京大学大学院修士課程修了。同年工業技術院東京工業試験所入所、産業技術総合研究所研究グループ長などを歴任、2013年定年退職。以降同イノベーション推進本部、1991年学位（工学博士）。〔専門〕脂質化学、脂質分析化学。日本油化学会正会員、同規格試験法委員会委員長。〔分担執筆〕バーム油・バーム核油の利用（加藤秋男編著、幸書房、1990）、油脂・脂質・界面活性剤データブック（日本油化学会編、丸善、2012）など。



枚挙に暇がない。その功績に対して、日本化学会桜井褒章（1917年“鮫肝油の炭化水素の研究”）、恩賜賞（1920年“油脂の研究”）、工業化学会有功賞（1927年“海産動物油に関する研究”）など数々の栄誉を受けている¹⁾。

博士は、油脂工業の発展を期し、そのためには基礎的な研究が不可欠との視点に立って、組織的に油脂の成分分析を行った¹⁾。東京帝国大学を卒業後、入所した工業試験所で最初に嘱託されたのは日本産の植物油の調査であったが、研究対象は植物油（1902年。以下括弧内の年数は関連の研究報告の第一報の年を示す）から蝸油（1905年）、魚油や海産動物の肝臓の油（1906年）、いか、貝類、かにの油（1914年）、鯨などの海獣の油（1915年）などにまで広がった。これらの中で特に魚油や肝油の研究成果は博士の生前からよく知られていた。

1930年の東京日日新聞の特集記事³⁾「本邦における応用化学者の活躍」では、辻本博士が種々の魚油の成分を決定し、スクアレンをはじめ多くの新化合物を発見したことや、博士の成果が学術上貴重であるのみならず油脂工業に対して直接間接に貢献したこと、さらには博士が油脂化学の開拓者であると同時に指導者であり、博士の研究室から多くの油脂化学者を出したことなどが紹介されている。戦後も、辻本博士の没後30年の節目の1970年4月には、日本油化学協会主催の辻本満丸博士記念講演会が日本化学会講堂で盛大に開催された^{2,4)}。

発見・命名された主な物質名と重要な研究成果

次に、辻本博士の研究成果を一部抜粋して、植物油

脂、鮫肝油、魚油の順に示す¹⁾(年数は報告年を示す)。文中の(1)~(8)は博士が発見・命名した全15物質⁵⁾中、現在も慣用名として使われている物質名である。

(1) つづ酸 tsuzuc acid ($C_{14}H_{26}O_2$ $\Delta 4=5$, 1926年)；
 (2) パリナリン酸 parinaric acid (共役酸のオクタデカトトラエン酸, 1933年小柳半二と連名)；(3) スクアレン squalene ($C_{30}H_{50}$, 1916年)；(4) プリスタン pristane ($C_{18}H_{38}$, 1917年) 1924年に門下の外山修之博士が鮫を表すラテン名 *Pristis* に因んで命名。外山博士は1951年に「油脂殊に海産動物油に関する研究」で恩賜賞を受賞；(5) バチルアルコールとセラキルアルコール batyl alcohol & selachyl alcohol (飽和または不飽和の高級アルコールとグリセリンのエーテル, 1922年外山博士と連名)；(6) 抹香酸 physeteric acid ($C_{14}H_{26}O_2$ $\Delta 5=6$, 1923年) 命名は1928年；(7) 鮫油酸 selacholeic acid ($C_{24}H_{46}O_2$, 1925年) 1927年にネルボン酸と同一と認めた；(8) いわし酸 clupanodonic acid ($C_{22}H_{34}O_2$, 1906年) 1955年に Klenk と Lindlar, 1957年に Whitcutt が DHA であることを解明¹⁾；(9) いしなぎ肝油のビタミンA (1923年) いしなぎの肝油中にビタミンA様の物質が、たら肝油中の100倍も存在することを硫酸呈色法により発見；(10) 魚油の臭気の研究 (1908年) いわし酸族列の多不飽和脂肪酸の酸化分解物が魚油の臭気の原因物質と指摘。水素添加技術に目を向ける契機となった。

魚油や肝油の研究の時代背景および硬化油の研究

魚油は1878年に横浜から欧州向けに輸出が開始された日本の重要な輸出品であった。また1881年に農商務省が新設されて1882年には魚油の採取法や精製法の研究が開始されている⁶⁾。1910年代から1930年代にかけて、たらなどの肝油の有効成分としてビタミンAとDが発見され、肝油も日本の重要な輸出品であった⁷⁾。博士の魚油や肝油の研究はまさにこの時代に行われた。この中で1906年にいち早く鮫の肝油の炭化水素に着目して1916年には世界で初めてスクアレンを発見・命名したことが、いかに先駆的偉業であるかがわかる。

また、1911年頃には、英国やドイツなどで硬化油製造業が始まった。博士は1911年に水素添加技術にまで言及した飽和脂肪酸製造に関する論文を発表した⁸⁾。この論文は、工業試験所の同門である上野誠一博士が発表した1913年の論文⁹⁾とともに、当時の日本の起業家たちに大きな影響を与えて、日本人による硬化油製造業の端緒を開いたと言われている。1915年に登記さ

れた硬化油製造法特許(特許第27233号)は、日本独自技術による魚油の硬化油製造業の保護と育成に大きく貢献した⁴⁾。また、同年、辻本博士と門下の木村包介および上野博士が深く関与して、横浜魚油が硬化油製造業を開始した⁴⁾。硬化油製造業は、石鹼製造業、油脂分解によるグリセリンおよび脂肪酸製造業とともに、日本の初期の油脂化学工業を形成してゆくことになる。

スクアレンの発見の経緯と研究の概要

スクアレン(図3)はコレステロールやステロイドホルモンの前駆物質として生物化学的に重要な炭化水素である。現在では健康食品や化粧品配合材などとして利用されており、スクアレンの飽和化合物であるスクアランも精密機械の潤滑油や化粧品素材、坐薬・軟膏類の油性基材などとして利用されている¹⁰⁾。

辻本博士が黒子鮫肝油の不けん化物中に炭化水素が存在することを最初に報告したのは1906年である¹¹⁾。元素分析をLiebigの方法で行った。分子量を測定しなかったため、化学式ではなく実験式 $C_{10}H_{18}$ を発表した。

1914年、当時の世界の油脂化学界の趨勢から、ステロールを分離除外した鮫肝油不けん化物の研究が喫緊の課題だと考えていた辻本博士は、鮫肝油の不けん化物の研究に再び着手した。魚油の硬化油製造技術の研究で忙しい時期だったと推測されるが、「どうも早くやらぬと他人がやるようで切迫している気がする」と言って自ら鮫肝油中の炭化水素の分析を再開した、と上野博士が後に語っている¹⁾。折から、ポルトガルのリスボンからロンドンに船積みした鮫油に鈹物油が混ぜられていると非難される事件が起こり、1915年にはポルトガルのHugo Mastbaumが、鮫肝油中に見つかった炭化水素が混ぜ物ではないことや鈹物油に類似する物質が80~90%存在することを報告した。すでに研究を再開していた博士は1906年の反省から、モル凝固点降下法で分子量を測定し、得られた不飽和炭化水素の分析結果を1916年に和文誌(35試料)と英文誌(3試料)で報告した¹²⁾。化学式は $C_{30}H_{50}$ であり、スクアレン科の鮫の肝油中に最も多く存在することからスクアレンと命名した。海産動物の油に高度に不飽和な炭化水素が多量に含まれることは従来にない新事実であっ

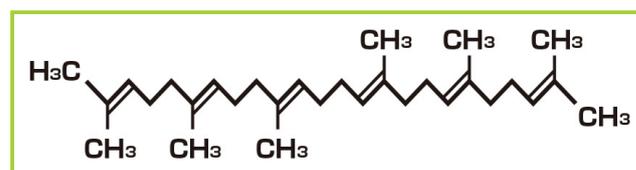


図3 スクアレンの化学構造式

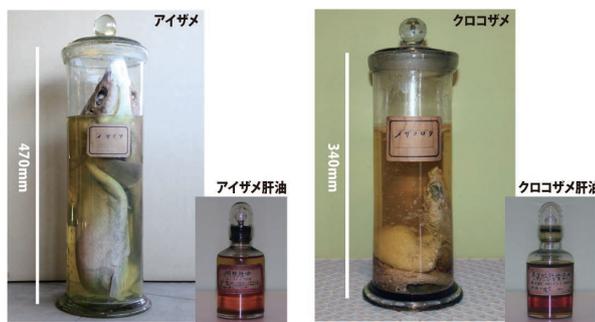


図4 鮫と鮫肝油の標本 (左: 相鮫, 右: 黒子鮫)

た。図4は鮫と鮫肝油の標本である。

特筆すべきは博士が徹底的な実験を行い、鮫の肝油69種(実験室で採油したもの36種, 由来が確実な肝油8種, 鮫の種類が不明な市販肝油25種)について化学分析を進めていることである。多くの鮫の種類の同定には東京大学動物学科の田中茂穂氏の協力を仰いだ。その結果、「底鮫」の比重が低い肝油のグループ(0.9000以下)ではすべてにスクアレンが20~80%含有されること, 比重の高い肝油のグループ(0.9000より大)の鮫肝油のうち, 大部分の「浮き鮫」の肝油には含まれないことを1917年に報告した¹²⁾。36種類の同定された鮫肝油の分析結果は, 1920年に英文誌でも報告した¹²⁾。

ところで, 分析に用いた肝油の量は意外に多くない。例えば約8.5 kgの相鮫から得られた肝油は1.615 kgほどである。これを小分けにした分析試料から不けん化物を分離し, ステロール除去後, 減圧蒸留による分留操作を駆使してスクアレンの分離に成功した。さらに, 博士は様々な誘導体を合成して元素分析を行い, スクアレンの化学式を確認した。また, 水素添加物 $C_{30}H_{62}$ の融点が直鎖の炭化水素と比べて低いことから, 分枝状の炭化水素であることを推定している。

スクアレンの水素添加物であるスクアランの物性などの詳細な報告は, スクアレン発見から7年経過した1923年に行われた¹³⁾。博士は日本の硬化油製造工場に依頼して鮫肝油から合成したスクアランを使用した。スクアランという名前が登場するのも, この報告が最初である。

スクアレンとスピナセン

辻本博士がスクアレンを発見した1年後に, 英国のA. Chaston Chapmanがポルトガル産の1種類のみ(の鮫肝油から(スクアレンと同様の条件で同様の蒸留物を得て)スピナセンを発見したと発表した。Chapmanは,

1916年11月26日にその論文を投稿した後で1916年に出た辻本博士の論文を読んだと投稿論文に記載し, また, スクアレンとスピナセンは異なる物質であるが極めて類似すると述べた。

辻本博士は, スピナセンの性状を示す数値がスクアレンと相違する点もあるが, スピナセンとその様々な誘導体の組成式がスクアレンと同一であることから, 自分とは独立に研究して同じ結論に達したとし, 物質名はスピナセンではなくスクアレンとすべきであると主張した¹²⁾。1927年の論文¹⁴⁾でも博士はこの件について再び言及している。現在では物質名はスクアレンであり, 辻本博士が1916年に発見したことで確定している。

スクアレンの化学構造式は, スイスのノーベル賞受賞者(1937年) Paul Karrerが1931年に直鎖セスキテルペンアルコールのファルネソール($C_{15}H_{26}O$)からスクアレンを合成して最終的に確定した。

おわりに

辻本博士の人物像については, 元来真面目, 厳格, 几帳面であり, 学問に向き合う姿勢は徹底的で安易な妥協をしない人物であった¹⁾と伝わっている。一方, 設立後間もない日本山岳会の会員であり¹⁾, 徹底振りには仕事以外でも発揮されたと思われる。東京工業試験所の屋上から見えるはずの山の名を末頁に記した実験ノートが見つまっている。また, 山岳風景のほか, 家族の歴史を写した計1000枚を超えるガラス乾板写真が日本写真保存センターに寄贈・保管されていること¹⁵⁾が最近わかった。

本稿をまとめるにあたって, 加藤秋男博士から貴重な助言をいただいた。心からの謝意を表して結語とする。

- 1) 橋本哲太郎, 加藤秋男, 山岡正和, 化学史研究 **1983**, 25, 140.
- 2) 加藤秋男, 油化学 **1970**, 19, 429.
- 3) 厚木勝基, 東京日日新聞記事 1930/神戸大学付属図書館デジタルアーカイブ, <http://www.lib.kobe-u.ac.jp/da>
- 4) 川上八十太, 油化学 **1970**, 19, 426.
- 5) a) 辻本満丸, 化学工業資料 **1931**, 4(2), 40; 4(3), 3; 4(4), 6; b) 辻本満丸, 化学工業資料 **1937**, 10(2), 4; 10(4), 3.
- 6) 小野忠義, 小野俊郎, 技術と文明 **1996**, 10, 103.
- 7) 小野忠義, 技術と文明 **1998**, 12, 25.
- 8) 辻本満丸, 工業化学雑誌 **1911**, 14, 958.
- 9) 上野誠一, 工業化学雑誌 **1913**, 16, 369.
- 10) 海谷篤, 油化学 **1990**, 39, 525.
- 11) 辻本満丸, 工業化学雑誌 **1906**, 9, 953.
- 12) a) M. Tsujimoto, *J. Ind. Eng. Chem.* **1916**, 8, 889; b) M. Tsujimoto, *J. Ind. Eng. Chem.* **1920**, 12, 63; c) 工業化学雑誌 **1916**, 19, 277; d) 工業化学雑誌 **1917**, 20, 953, 1069.
- 13) 辻本満丸, 東工試報告 **1923**, 18, 143.
- 14) 辻本満丸, 工業化学雑誌 **1927**, 30, 341.
- 15) 日本写真保存センター公式ウェブサイト, <http://photo-archive.jp/about/>