

### 養殖真珠産業の成り立ち

貝は、体の外側に生鉱物である硬い貝殻を形成し、生体を保護するとともに外敵から防衛している。それが何らかのきっかけにより、貝の体内で、この生鉱物形成機能の働きにより球形状の生鉱物が出来た。それが真珠である。そして天然で起こる偶然的なきっかけを人為的に為したものが養殖真珠である。今日、養殖真珠は、代表的な宝石の一つとして世界中に広く知られ、宝飾品として世代を問わず愛用されている。

養殖真珠の歴史を遡ると、数千年前の古より、海から採れる貝の中に偶然見つかる高貴に輝く美しい真珠は、一部の特権階級の人々の間で大変高価な宝石として珍重されてきた。また、天然真珠が自然界の特別な存在として、不老長寿の妙薬など、薬や化粧品としても用いられてきた。そして、エジプト、中国、インド、ペルシア、ローマなど世界各地で紀元前から真珠が愛好されてきたことが知られている。

ごく稀に発見される真珠がどのようにしてできるか、その神秘的な成因に多くの人々は興味を抱き、古くから空想してきた。そして、真珠の高貴な輝きは、陽射しの下で煌く“涙”や“露”の雫を連想させ、天界の神々、天使の涙、天空の露が貝の体内に入ったもの、或いはひらめく雷光が貝の体内に入り、貝の体内で育ったものであると信じられてきた。特に、真珠の成因に関して、紀元1世紀のローマの博物学者 Gaius Plinius Secundus は“*Historia Naturalis*”に露から真珠ができることを記述しており、“露による成因説”は、11世紀頃まで広く信じられてきたようである。このように、真珠は、自然界の何らかの偶然的なきっかけで貝の体内に真珠の種を宿し、貝の体内で出来るものであることは古くから理解されていた。しかし、その成因は神秘に包まれていた。

16世紀半ばに始まった近代科学の発達とともに、真珠に興味を抱いた人々は、その卓越した探究心から、真珠を人の手で作ることを目論み、神秘的な真珠成因の秘密を解き明かすための科学的な探求を開始した。そして、18世紀から20世紀初頭にかけて欧州を中心に真珠の成因が盛んに研究されてきた。さらに、19世紀末から20世紀初頭にかけて学術的研究とともに世界各地で養殖真珠の生産事業が企てられた。一方、中国では11世紀から13世紀頃には、すでに淡水産二枚貝で貝付半形真珠や貝付仏像真珠の養殖技術が開発され、生産されていたが、それは今日の宝石のイメージとは程遠いものであった。この方法は欧州などで紹介され、同様な方法で半形ブリスターの生産がチャレンジされた。しかし、日本のように宝飾産業として成功に至ることは無かった。現在、養殖真珠は中国を含め、オーストラリア、フィリピン、インドネシア、ミャンマー、フランス領ポリネシアなど世界中で様々な真珠貝を用いて生産されているが、その真珠養殖の基本技術は、日本で開発された技術がベースとなっている。そして、今後さらに養殖真珠の生産海域は、ますます広がり、世界的な産業として発展している。

美しい真珠層をもつアコヤガイが生息する恵まれた海に囲まれた日本では、19世紀末に真珠養殖に関する研究が密かに進み、欧州の研究に先駆け、20世紀初頭には既に真円真珠（遊離真珠）の生産技術の原型が確立されていた。

その日本で、19世紀後半、海外と高値で取引されていた天然真珠の乱獲により、真珠母貝であるアコヤガイは絶滅の危機にあった。日本の養殖真珠産業の歴史は、そのアコヤガイを用いて宝石としての真珠作りに大望を抱いた御木本幸吉が、東京帝国大学の箕作佳吉教授に会い、人の手で真珠を作ることが可能であることを確信したことに始まる。箕作佳吉博士は、神奈川県にある東京大学の三崎臨海実験所の初代所長でもあり、真珠研究にも精通していた。この2人の出会いによるその後の共同研究は、養殖真珠の開発に大きな成功をもたらした。箕作博士の教示を得て、真珠養殖の実験に着手した御木本幸吉は、1893年に半形真珠の養殖に成功、それを皮切りに日本において真珠養殖事業に向けての取り組みが本格的にスタートさせた。そして彼は1899年に初めて半形真珠を使った装身具を作製、販売し、養殖真珠を宝飾品として取り扱う新たな市場を切り開いた。さらに養殖真珠事業の基盤を築くとともに真円真珠生産の養殖事業を確立し、養殖真珠産業を一大宝飾産業にまで発展させた。一方、三崎臨海実験所では、西川藤吉によって真珠養殖技術の学術的側面から精力的な研究が開始された。彼は真珠養殖において挿核手術で用いられている真円真珠形成方法である外套膜小片を貝の体内（生殖巣または外套膜）に挿入する“ピース式”の原形を1907年に確立し、養殖技術の発展に大きく貢献した。現在、真円真珠の養殖で使用されている主要な真珠貝は、アコヤガイ、シロチョウガイ、クロチョウガイ、および淡水産真珠貝のヒレイケチョウガイなどであるが、これらの真円真珠（遊離真珠）形成法の基本技術は、この“ピース式”が用いられている。

真円養殖真珠の生産は、1918年には事業化の目処が立ち、1919年に世界の天然真珠市場の中心であった欧州において、御木本は養殖真円真珠を初めてロンドンで売り出した。しかし、養殖真珠の欧州市場への進出は当時の宝石商たちに衝撃を与え、養殖真珠は攻撃的となった。養殖真珠は、本物か偽物か？詐欺と断定するほどの激しい攻撃はパリに飛び火し、輸入禁止運動など様々な妨害運動が繰り広げられた。この騒動は、後に言う「パリ裁判」に発展し、フランス商工組合は、養殖真珠は偽物であることを証明しようとした。しかし、オックスフォード大学のH. Lyster Jameson教授やボルドー大学のLous Boutan教授などの真珠に精通する高名な学者らが証人に立ち、「養殖真珠が、その成り立ち、構造から見ても、天然真珠と本質的に変わるところがない」とする科学的見解を支持し、1927年にフランス裁判所より、「養殖真珠は天然真珠と変わらぬもの」との判決を得るに至った。このような過程を経て、養殖真珠は宝石として世界の宝飾市場にはじめて認められた。今日では真珠といえば養殖真珠が一般的になり、世界中で宝石として広く認知されるようになってきている。日本が開拓して形成した養殖真珠市場は、今日、宝飾産業の一大市場を担っている。こうして日本において独創的な養殖真珠産業が樹立され、世界の真珠産業の発展に貢献したことは大変意義深いことである。

真珠養殖技術が確立されて1世紀以上を経た今日においても、養殖真珠に関する研究は、水圏の環境、養殖員の健康管理、挿核手術及びそれに関連した養殖技術、種苗生産技術や育種など、様々な真珠貝を用いて世界中で研究が続けられている。一方、近年、生命科学の分野では遺伝子に関する研究が飛躍的に進展している。真珠に関する研究においても、ゲノム解析のアプローチから研究が飛躍的に進んでいる。特に、真珠層などの生鉱物形成のメカニズムを遺伝子から解明する取り組みが世界中で行なわれており、多くの研究成果が出てきている。2012年には、沖縄科学技術大学院大学らのグループにより世界に先駆けて日本産アコヤガイのドラフトゲノムが解読されたことは (Takeuchi, T. et al. 2012)、大変意義深いことである。こうした研究は、今後、真珠養殖だけでなく様々な分野に大きく進展していくことが期待されるであろう。

### 真珠成因の研究

16世紀半ばに始まった近代科学とともに、天然真珠の神秘的な成因にも科学的な探求が入り始めた。1554年に Guillaume Rondeletius は、真珠は病的蓄積物であるとし、「病気起源説」を提唱した(1)。一方、Richard Sir Hawkins は、「1593年の南海への航海 (Voyage to the South Sea in 1593)」で これまで広く信じられてきた「霽(しずく)起源説」を荒唐無稽のものとして否定した。また、1578年に出版された Girolamo Benzoni による “Historia del Mondo Nuovo (新世界の歴史)” に、Urbain Chauveton は霽起源説を否定し、母貝の卵の最も崇高な部分が真珠になるとして、真珠の成因にとして卵起源説を唱えた(1)。

17世紀初頭に出版された “The Travels of Texeira (ペドロ・ティキエラの旅)” で、Pedro Teixeira は、真珠がその母貝の貝殻と同一物質から成り、病的生成物であると述べている(1)。また、1600(1609)年頃に、Anselmus de Boot は、“Gemmarum et lapidum historia (宝石と貴石の歴史)” に、真珠と貝殻内面との類似を指摘し、病気により真珠が出来ることを記述した。一方、Christopher Sandius は、1674年にノルウェー産の淡水産真珠貝の研究において、抱卵して体外に卵を排出する時、一部が体内に残りそれが真珠となることを述べ、1674年に海産真珠貝でも同様に「卵起源説」を提唱した。また、R. Sir Redding は、1688年に母体内に侵入した砂粒が真珠の成因であるとした。18世紀に入って、フランスの Rene Antoine Ferchault de Reaumur (1717年) は、真珠の成因について極めて重要なことを示唆した。即ち、真珠は貝が体内で分泌する真珠分泌物の結成物で貝殻と同質であること、貝殻を形成する器官の破損により真珠質の過剰分泌が起こることにより真珠ができ、その破損の原因は外来の侵入物または他の何らかの刺激による。そして、真珠は貝殻形成物の異常産物であり、殻の内側の被膜物質(真珠層)が同心円状の層になって真珠が作られることを論じた(1)。

このように、16世紀から18世紀初期にかけて、実際に真珠や真珠を産する真珠貝の研究が始まり、それまでの空想的なものは否定された。そして、真珠が病気に侵された貝から多く見つかること、また貝の軟体部の外套膜や生殖巣から出てくること、さらに核とな

るものの存在が認められたことから、その後の研究の論議となる「病気起源説」、「卵起源説」、「砂粒起源説」が提唱された。また、真珠と貝殻の同質性が指摘されるとともに、貝殻形成物の異常産物であることも示唆されている。

真珠がどのようにして出来るのかを解明するために、19世紀から20世紀初頭にかけて欧州を中心として、組織学的に真珠の中心となる核や真珠貝について調べられるとともに様々な実験がなされた。それにより真珠成因の究明が大いに進展し、19世紀後半に重要な発見が次々となされた。主な研究生物として、海水産二枚貝では、クロチョウガイ (*Pinctada margaritifera*) やアコヤガイ (*Pinctada fucata*)、ヨーロッパイガイ (*Mytilus edulis*)、淡水産二枚貝ではカワシンジュガイ (*margaritifera margaritifera*) やカラスガイ (*Crystallia plicata*) などが用いられた。

19世紀半ばに、ドイツの Theodor von Hessling は、真珠は球状の貝殻であるとし、Karl Möbius もまた、真珠の真珠層構造は、同心円層状の構造で、しかもその構成物質は貝殻のそれと一致し、ただ沈着する順序が貝殻のそれと必ずしも同じでなく、コンヒン (コンキオリン)、稜柱層及び真珠層の3層が種々な組み合わせをして現れるものであることを述べた。このように19世紀半ばまでに、真珠は、貝殻と同質のものであり、真珠層が同心円状に形成されたものであること、内部には貝殻と同様に、真珠層の他、有機質層や稜柱層などの存在も明らかにされた。そして多くの研究者が、貝殻と真珠の成分や構造が同質のものであることを認めた。19世紀における真珠の成因 (真珠形成) の最も重要な発見は、真珠袋の発見とその中で真珠が形成されるということである。1856年に、Hessling は、組織学的な詳細な観察から、貝の外套膜上皮が外部からの刺激により体内に入って胞嚢を形成し、胞嚢の中で真珠が出来ることを発見した。さらに、1858年から1859年にかけての研究で、真珠の形成は、異物が外部から貝体に入る外的の場合と貝体内で顆粒質の過剰な分泌により外套膜内に残った不要なコンヒン (コンキオリン) が核になる場合があることを論じた。

Hessling の発見した胞嚢は、後の1899年に、フランスの Leon Dignet により真珠袋 “*Sac de la perle*” と命名された。また、真珠貝が外套膜の細胞で貝殻を作るのと同様、核となるべき物質の周囲をこの表皮細胞と同一細胞が包被するので、この細胞から分泌される真珠質は貝殻を作るものと全く同一物であると結論した。即ち、真珠は外套膜の細胞と同一細胞によって構成された袋により作られるとし、真珠形成に重要な真珠袋が貝殻を形成する外套膜の細胞から出来ることを論じた。その後、真珠形成に真珠袋が大きく関与していることは、多くの研究者に認められることとなったが、真珠袋を構成する上皮細胞が、外套膜に由来するものかまたは結締組織が変化したものか、また、真珠袋を作る因子が議論の的となった。特に、真珠が採取される貝から多数の寄生虫が発見されることから、寄生虫が真珠の成因に何らかの関与をしていると考えられた。1830年に D. E. von Baer は、真珠と寄生虫との関連性について論じ、「病気による成因説」は、「寄生虫による成因説」として注目された。こうした寄生虫は、淡水産や海産の二枚貝により吸虫類や條虫の幼虫 (セ

ルカリア) など様々なものが確認され、寄生虫およびその幼生や卵などが核となり真珠が形成するとし、真珠形成に重要な役割を為すことが論じられた。一方、Oliver Goldsmith (1774)は、Sandius らの卵成因説を否定した。しかし、1826年にイギリスの Sir Everard Home は、しばしば貝の生殖巣の中に小さな真珠を見つけ、真珠の中心部に卵と同じ位の大きさの粒子を見つけ出し、真珠は死んで受胎しなかった卵細胞を核として形成されるとして「卵起源説」の理論を発表した(1)。しかし 19 世紀後半に、寄生虫と真珠の成因との関係に着目した研究が盛んに論議された。

イタリアの Filippo de Filippi は、1852~1859 年にかけての淡水産二枚貝の *Anodonta cygnea* を精力的に研究し、*Distomum duplicatum* という寄生虫と真珠の関連性を見出して真珠形成の原因は寄生虫であると結論し、寄生虫起源説を提唱した。その後、*Atax ypsilophorus* なども寄生虫が関与するとした。真珠と寄生虫との関連性は Friedrich Küchenmeister や T. von Hessling (1856)、Karl Möebius や Edward Frederick Kelaart (1859)、A. Villa (1860)によっても認められた。その後も、1871年に Robert Garner が寄生虫起源説を支持し、1898年に Der Cavaliere Comba も寄生虫によることを認めて、寄生虫によって真珠を形成させる実験を企画した。さらに、Raphael Dubois (1901)や H. Lyster Jameson (1902)、Louis Boutan (1903)、また同年に M. Alfred Giard、C. Crossland (1905)も寄生虫による真珠成因説を支持した。また、1901年から 1906年にかけて研究した M. L. G. Seurat、W. V. Herdman (1903~1906)や J. Hornell (1905~1906)らもまた寄生虫により真珠が出来ることを認めた。

以上のように 19 世紀から 20 世紀初頭の欧州の真珠成因に関する研究において、多くの研究者は寄生虫起源説を支持した。而して、真珠形成は吸虫や絛虫などの寄生虫が関与し、寄生虫の幼虫や卵、或いは死骸が真珠形成を促すことを多くの学者が認める揺るぎのない学説として定着した。

しかし、寄生虫説を認める一方で、それに当てはまらない事例も観察され、他の原因に由来する可能性も指摘されていた。1859年に E. F. Kelaart は、スリランカの真珠貝の中に多くの寄生虫を発見し、寄生虫が真珠形成に重要な役割を担っていることを認めつつも、卵巣内から採取した真珠の内部に卵を発見すると共に、微細な珪藻の珪酸殻が外套膜を刺激して真珠の核となることを発見し、成因が複数あることを示唆した。このように、卵起源説や砂粒起源説は、否定的な見方が強く、寄生虫起源による研究の大きな流れに隠れて注視されることはなかった。

一方、19 世紀中頃に T. von Hessling が発見し、L. Dignet が真珠形成に重要であるとした真珠袋は、20 世紀初頭になって大きく注目された。1902年にイギリスの H. Lyster Jameson は、寄生虫が真珠袋形成を促し、真珠袋が外套膜の上皮細胞に由来することを認め、真珠袋が特殊の病的状態にある上皮細胞に由来することを論じた。1903年にフランスの L. Boutan もまた、真珠の成因は寄生虫によるとして「寄生虫成因説」を支持したが、1904年の *Mytilus edulis* による実験で、寄生虫が外套膜と貝殻との間に侵入し、外套膜の細胞

層の凹みに落ち込み死滅すると、それは外套膜の一部とともに外套膜の結締組織中に陥入、ついに外套膜の表面から分離独立することにより寄生虫は死滅し、最終的に真珠袋細胞に包まれて真珠が形成されるとし、真珠袋形成過程について詳細に述べた。一方で、1902年から1906年にかけて、William Abrott Herdmann は、スリランカにおける研究で、寄生虫が外套膜の結締組織中に入って真珠の核となることで真珠が形成されることを認めた上で、砂粒等の外来物が刺激となって核となる場合もあると報告した。また條虫の卵は、当初の予想よりも遥かに比率が低いが、卵は大粒の良質真珠の成因を為す場合が多く、商業上の見地から重要であると述べ、真珠核となるものが複数であることを示唆している。さらに、一つは寄生虫が核となって生ずる真珠と、もう一つは寄生虫によらず外套膜上皮細胞が外来物に刺激されて生ずる真珠と、真珠の成因には2通りあるとした。後者は、微細の石灰質を包み、その上に真珠層を沈着したため生じ、この真珠は常に外套膜の表皮に接近してできるという。こうした研究により、真珠の成因は寄生虫だけではなく、様々なケースもあることが次第に明らかになってきた。

そうした中、ドイツの A. Rubbel は、1911年に、貝殻中に多数の寄生虫を発見したが、これは真珠形成の原因と為さず、貝殻の表皮層の様な黄褐色の微小物が原因であるとして、従来の寄生虫成因説を真っ向から否定した。貝殻の表皮層と思われる物質が外套膜の上皮細胞を刺激して、その細胞の一部分が分離し、これを包囲しつつ漸次外套膜結締組織中に落ち込んでいくことにより、真珠は形成されることを論じた。1912年に H. L. Jameson も、東洋真珠の研究の結果、A. Rubbel の説と概ね同一の説に帰結した。こうして20世紀初頭における先端的研究では、真珠の成因として核となる物質が重要ではなく、外部からの何らかの刺激により、外套膜の上皮細胞を刺激して外套膜結締組織に落ち込み真珠袋を形成することにより、その中で真珠ができると考えられた。そして、1913年に、ドイツの Friedrich Alverdes によって、*Margaritana margaritifera* を用いて実験的に真珠の形成に成功し、それは実証された。即ち、真珠の形成は、外套膜上皮細胞よりなる真珠袋が重要で、外来の核の侵入は必ずしも必要としない。ただ外来の核は真珠袋を形成する上で一助となる場合があるのみである。また、外来の寄生虫の卵の様な物質が上皮細胞と共に結締組織中に侵入するときに、上皮細胞の適当な付着物となって円形の真珠袋が形成され、それより真珠質が分泌されて真珠が形成される。真珠袋は外部からの異物侵入により形成されるのであると判断して、外胚葉組織としての外套膜の上皮細胞の一部を採り、これを外套膜の皮下結締組織中に挿入して実験的に真珠形成に成功、真珠形成の成因を明らかにした。こうして真珠は、刺激物である核となる物質が体内に入り、その周りに貝殻物質が同心円状に形成されて真珠が出来ると考えられるようになった。外套膜の貝殻物質分泌状態の変化、並びに外套膜のある場所における病的変化に起因するとした1717年の R. A. F. de Reaumur の示唆からおよそ300年を経て T. v. Hessling、L. Dignet、W. A. Herdmann、A. Rubbel、F. Alverdes など多くの研究者により真珠の成因が遂に明らかとなった。即ち、真珠は、外套膜の上皮細胞が寄生虫その他の外来物などの特定の原因によらず、何らかの自然的原因

により外套膜表皮より分離して、外套膜の結合組織中に侵入して真珠袋を構築し、その中で真珠が形成されることが解明された。こうして欧州の真珠成因における研究は、20世紀初頭に真珠形成の過程を明らかにした。一方で、学理的な追求のみならず、事業化の試みも多くなされてきた。

### 真珠養殖の試み

真珠を人の手で作りたいとの願いは、古くからあった。中国では、欧州などで広く信じられた乗起源説の一部は否定され、既に5世紀には真珠の生成についての知識があったという。確かに、世界で最も早くから真珠養殖の取り組みに関する記録が残されているのは中国である。1168年に刊行された文昌雜録(Bunsho Zatsu Roku)に掲載された1082年の記事に、淡水産二枚貝カラスガイ(Cristaria pliaters)を用いた半形養殖真珠の生産方法が記載されている。その中に、Yu-Shun Yangが秘かに浙江省の菱湖に生息するカラスガイで貝付半円真珠を生産したことが記録されている。その後、1127年に菱湖においてHou-Tchen Fouは、Yangが開発した貝付半円真珠の秘伝を研究し、独創で鉛の薄板に仏像を打刻したものをカラスガイに挿入して貝付仏像真珠養殖に成功している(Matsui 1975)。装飾品や護符として、また貝殻についたままでお土産品として売られていたようである(1)。フランスとイギリスで1735年に刊行された水産関係の書物に中国の養殖真珠の全貌が全ヨーロッパに紹介され、その養殖技術が世界的に注目された。しかし、これらの事業が宝飾産業にまでは至ることはなかった。現在、中国では淡水産真珠だけでなくアコヤガイなどを用いて海水産真珠も生産しているが、日本で確立された生産技術がそれらの養殖真珠生産の基盤となっている。

真珠を人の手で創出したいという試みは、中国に限らず世界中でチャレンジされた。スウェーデンのCarl von Linnaeusは、淡水産二枚貝の貝殻の外側に穴を開け、シルバー製の細いワイヤーを用いて貝殻と外套膜の間に石灰石の小さなビーズを挿入して5~6年すると真珠ができることを、1748年にスイスの科学者Albrecht von Hallersに伝えている。1761年に、外側から貝殻に穴を開け、前記の方法で人工的に真珠を生産する実験を行っていたらしいことがわかった。

真珠形成 19世紀から20世紀初頭にかけて、世界各地で事業化を目論む真珠を作りが試みられた。方法としては、主としてリンネの方法による半形真珠形成方法や、寄生虫を感染させて真珠を形成させることが試みられた。1825年にJ. E. Grayは、真珠層片を貝殻と外套膜の間に入れることで人工的に真珠が作れることを発表した。しかし、1838年にJ. Wautlは、Grayの方法でカワシンジュガイを養殖して貝殻に穴をあけて不正形の真珠を核として貝付き真珠を作ることを企てたが不成功に終わっている。オランダのE. F. Kelaartも、1859年にマナール湾のスリランカ側で真珠養殖を試みましたが、1884年に、Bourchon-Brandelyは、フランス領ポリネシアのタヒチでクロチョウガイを使い半円真珠の養殖の実験を行った。貝殻に直径0.5インチ位の穴をあけ、その穴からガラス球など小さな核を挿入して穴を塞いで海で飼育すると、小球の周りに真珠層の巻が確認された。米国

アイオワ州の Vane Simmonds は、1896～1898 年に、淡水産真珠貝で外套膜と貝殻の間にロウで出来た小さな球や真珠層で覆われた小さな物質を挿入する実験が行われたことを記載している。フランスの L. Bouton は、アワビの貝殻に小穴をあけ外套膜との間に小球を挿入して穴を塞ぐ方法により真珠ができることを 1898 年パリの科学アカデミーの会合で報告した。さらに、1904 年にドーバー海峡に生息するアワビで半円真珠の形成にも成功した。1908～1909 年に Chmielewsky は、淡水産二枚貝を用いて貝付き半形真珠を作ろうとした。その後 1907 年には遊離真珠を作ったというがその方法は明らかでない。1913 年にアメリカの C. L. Edward は、アメリカのカリフォルニア州沿岸のグリーンアワビ（クジャクアワビ）（Green abalone (*Haliotis flugens*)）とクロアワビで、Bouton と同様の方法に準じて半円真珠の生成に成功した。

一方、寄生虫により遊離真珠を作る試みもなされた。1903 年より「寄生虫起源説」を唱えていた L. Dubois は、イギリス海峡に生息するイガイの寄生虫をスリランカの真珠貝（アコヤガイ）に繁殖させて真珠を生産することを企てた。Comba も同様な実験を行ったようであるが、その後の結果の報告はなく、何れも成功しなかったようである。事業レベルでは、1906 年に、Nicholson と J. Horrnell は、共同でスリランカに真珠会社を設立した。マナール湾 (Gulf of Mannar) の Krusadai 島で、アコヤガイ母貝で真珠養殖を試みるが、その後失敗し解散する。また、Saville -Kent は、オーストラリアのトレス海峡 (Torres Strait) で真珠養殖試験を行い、1890 年から 1893 年の間に、半形真珠を作ることに成功し、1906 年に Natural Pearl Shell Cultivation Co Ltd. を設立して真珠養殖を計画したが、1908 年に死去し事業は中断した。残念ながら、Saville -Kent による真珠の形成方法は、その技術の詳細を示す資料がほとんどなく明らかでない。同時期の 1909 年に James Clark はオーストラリアにパイロット真珠養殖会社を設立し、トレス海峡に生息するシロチョウガイとクロチョウガイの繁殖を目的に養殖に着手するが、不成功に終わる。アメリカの Gaston J. Vives は、メキシコのバハ・カリフォルニア・スル地区の La Paz の近くに真珠会社”Compania Criadora de Con Chay Perla” を設立し、1909 年までに多額の資金を投じ、クロチョウガイ (*Pinctada mazatlanica*) とアワビで貝の繁殖並びに真珠養殖を試みる。また、1905 年頃に、Alvin Seale は、フィリピン諸島のスル諸島（ホロ島）に生息するシロチョウガイで、真珠貝及び真珠養殖を試みた。1906 年に、Thomas Haynes は、ウェスタン・オーストラリアのモンテベロ諸島 (Monte bello islands) でモンテベロ真珠会社を設立し、シャーク・ベイ・シェル (Shark bay Pearl Oyster (*Pinctada albina*)) で真珠母貝の養殖を試みるが、不成功に終わる。また、1909 年頃に、アメリカの Solomon は、インド真珠会社を設立し（**ビルマにビルマ真珠会社を設立し?**）、メルグイ諸島に生息するシロチョウガイで半形真珠を養殖生産し、1911 年と 1912 年の 2 年間はシロチョウガイの半円真珠の生産に成功したので、ロンドン及びニューヨークの市場で販売したけれども、その後は事業中止となる。Solomon はスリランカにおいても、寄生虫による真珠養殖業を始めるが、その後の報告は無い。



真珠養殖の試みは、実験レベルだけでなく事業レベルで19世紀末から20世紀初頭にかけて、世界中でチャレンジされた。しかし、これらの事業は、実験的あるいは短期的な成功も伝えられているが、宝飾品としての養殖真珠産業にまで発展することはなかった。一方で、日本では19世紀終わり頃から、秘密裡に研究が進み、既に養殖真珠生産の事業化に向けての本格的な実験が始められていた。

### 日本における養殖事業の発展

日本では、古くからアコヤガイやアワビから天然真珠が採取され、重宝されてきた。明治時代に入り、海外に輸出された海産物の中でも天然真珠は、珍重され高値で取引されていた。そのため真珠母貝の乱獲により、アコヤガイは減少し、それに伴い天然真珠も激減した。三重県伊勢志摩に位置する美しいリアス式海岸で有名な英虞湾も天然真珠採取による母貝の乱獲で、アコヤガイが激減し、天然真珠の採取が危惧されていた。天然真珠を扱っていた御木本幸吉は、1888年9月11日に三重県伊勢志摩の英虞湾神明浦弁天島付近で、アコヤガイの繁殖を目的として養殖実験を始める。1889年に、御木本幸吉は、大日本水産会幹事長の柳樽悦（やなぎ ならよし）より紹介された東京帝国大学の箕作佳吉教授に会った。その後、東京帝国大学の三崎臨海実験所を訪れ、1週間に亘り実験所所長の箕作佳吉教授に欧州における真珠成因の研究や真珠養殖の事例、研究の成果など、真珠形成の理論について多くの教示を受けた。特に、箕作博士は、御木本にT, von Hesslerの学説を熱く語ったという。御木本幸吉と箕作佳吉との共同研究は、岸上鎌吉博士らの助言も得て、養殖事業確立に向けた技術開発と学理的側面からの研究に及び、日本における養殖真珠産業化への道を切り開いた。箕作博士らの教示を得て、人の手で真珠を作ることが可能であることを確信した御木本幸吉は、翌年の1890年からさっそく三重県英虞湾の湾奥部で真珠養殖の実験に取り組んだ。御木本幸吉は、最初から真円真珠の養殖にチャレンジし、貝体内へ異物を挿入して真珠袋を作ることを試みた。異物の種類や挿入部位などは、試行錯誤の実験が始まった。1892年7月には、東京帝国大学の佐々木忠次郎博士が養殖場に来訪し、養殖に関する多くの示唆を与えた。しかし1892年11月に発生した赤潮の来襲により英虞湾で実験中の真珠貝が全滅した。幸運にも別の海域である鳥羽の相島（おじま）で、1893年7月11日に実験中のアコヤガイから偶然に貝付き半形真珠を発見し、その技術を確立して特許を取得した（真珠素質被着法 No. 2670）。貝付き半形真珠が形成されていたことから、挿入部位は外套膜と貝殻の間であったと考えられる。これを機に、本格的な事業化を目論み、同年10月26日に英虞湾の田徳島（多徳島）に養殖場を開設し、生産方法の技術改善を進め、半形真珠の養殖の事業化に成功した。半形真珠の養殖事業も軌道に乗り、養殖技術も向上し、大量にアコヤガイを養殖できるようになった。しかし当初からの願望は、真円真珠を作ることであり、その願いを叶えるため研究は更に続けられた。

一方、三崎臨海実験所では、箕作佳吉博士の弟子である西川藤吉が、真珠養殖技術の学術的側面から精力的な研究を始めた。御木本養殖場で赤潮が発生した際、西川は度々調査に訪れており、後に御木本幸吉の次女と結婚する。西川は、1906年4月から独自に研究

し、1907年10月に一連の研究成果を「真珠形成法」として特許を出願する。その後、兵庫県淡路島に独自に開設した養殖場と三崎臨海実験所で研究を継続する。

この間、御木本幸吉は、真円真珠養殖事業を達成するため1902年に歯科医師であった桑原乙吉を迎え入れ、本格的に真円真珠の養殖技術の開発に取り組んだ。桑原乙吉は、歯科手術に使う道具を挿核手術の道具として改良した。代表的なものに、歯科用器具のクランプホーセップス(Clamp forceps)を改良した貝の殻をあける開殻器は、今日でも真珠養殖の挿核手術として使用されている。1903年(明治36年)には、英虞湾内の養殖漁場は113万坪(約373k㎡)に達するほど事業を拡大した。1905年の養殖貝の生産量は、100万個以上に達する。しかし、1905年1月10日から3月に亘り英虞湾で赤潮が発生し、養殖中のアコヤガイ85万貝(養殖貝の5分の4)が死滅した。しかし、この年に手術して生き残った養殖貝の中から偶然に球形状の真珠(遊離真珠)を見出し、これをヒントに明治式(38式)の特許を出願する(真珠素質被着法 No.13673)。さらに御木本は、桑原らを中心に真円真珠の技術研究に取り組み、1914年に開発した「大正式」(真珠素質被着法 No.29429)を経て、1917年に貝殻を球状にした核を外套膜で完全に包被して形を整え、生貝の収束筋と消化盲嚢との隙間に挿入する技術「全巻式」を特許出願した(真珠素質被着法 No.33640)。全巻式の技術については、その技術の難しさから、当初、疑問視されていたが、帝国発明協会の調査報告書には、東京帝国大学の佐々木忠次郎(ささきちゅうじろう)教授、岸上鎌吉教授(きしのうえかまきち)、五島清太郎(ごとうせいたろう)教授らの調査により、その驚くべき精緻な技術について述べられている。この間に、核の挿入器などが多数考案された。同年、この方法により生産された良質な真円真珠が大量に収穫され、1919年にはロンドン市場に売り出された。

一方、三崎臨海実験所で研究を行っていた西川藤吉は、前述したように独自に真円真珠の養殖方法を確立し、1907年に「真珠形成法」を特許出願する(真珠形成法 No.30771)。御木本の多徳島の研究所では先に西川が唱えた学理に基づいて、技術的実証のため実験を行う事で御木本との間に契約が交わされた。この実験の挿核作業には桑原と藤吉の実弟である西川新十郎が当たった。1907年9月より約3ヶ年に亘り実施され27千余貝の施術が行われた。この実施には秘密保持の為、1909年2月から研究所を多徳島から西方の対岸にある大崎(現在のミキモト真珠研究所の所在地)に移転した。西川藤吉は、多くの実験研究に取り組む最中、残念な事に1909年6月22日、志半ばにして35才の若さで没した。1913年8月、第1回中間調査が東大の飯島魁博士、藤田輔世、昌世兄弟、西川新十郎、桑原乙吉の立ち会いの下に採収が行われた。そして実験所で採収された真珠は正に人為の真円真珠であり、しかもまとまった量のものであった。しかし真珠の大きさ、産出率(歩留り)、品質等、結果的に満足するものではなかった。この原理技術は、後に西川の弟子である藤田昌世博士により改良され、「ピース式」と称して現在行われている真珠養殖の真珠形成技術として広く利用されている。

また、彼らとは別に、養殖真珠の形成技術の研究が見瀬辰平により進められていた。西川藤吉の出願のあった同じ1907年、三重県的矢村出身の見瀬辰平も外套膜組織細胞を外套膜結締組織に注入する真円真珠に関する特許の出願を行なった。その技法はアコヤ貝の外套膜に注射針を用いて銀の微粒核などを注射するもので、その後の成果とあわせて「誘導式」として登録された。

西川と見瀬の真珠形成技術は、外套膜組織の外套膜小片または碎片を真珠貝の体内に挿入して真珠貝の体内に真珠袋を構築するというものである。一方、C. Denis George は、1978年に、“The International Pearl Journal” に掲載した論文 “Debunking a Widely Held Japan Myth -Historical aspects on the early discovery of the pearl cultivating technique” で、西川や見瀬が開発した技術が、すでにオーストラリアの William Saville-Kent が確立し、彼らがそれをヒントにしていたと主張した。さらに、2005年に A. J. Harrisin は、“Savant of the Australian Seas” で、D. George の論文を引用し同様な事を述べた。しかし、Saville-Kent の真円真珠の養殖技術に関する詳細な技術の記載はなく、真円真珠生産の確立を明示したものであるとは言い難い。また、両者に共通するヒントは、欧州での研究ですでに明らかにされていた事柄でもある。一時、遊離真珠（真円真珠）の形成方法を実証した Alverdes の技術が、御木本の養殖場で真円真珠の成功を導いたことが、欧州で噂されたというが、既に述べた通り、これが事実ではないことは明らかにされている（ ）。前述したように、この頃、既に欧州においても1856年に Hessling の真珠袋の発見以降、真珠袋がどのようにして出来るのかが精力的に研究されていた。1899年に、L. Dignet は外套膜の上皮細胞により真珠袋が出来ることを述べている。欧州では、20世紀初頭まで真珠成因として寄生虫に関心が向けられていたため、1911年の Rubbel による真珠形成理論が発表され、かつ1913年の Alverdes による実験的証明がなされるまで、人為による真珠生産の事業化については、主として半形真珠か寄生虫を感染させるのが主流であった。しかし、ポリドラのような貝殻穿孔性寄生虫を除いて、日本における真珠研究の対象種であるアコヤガイから吸虫や絛虫などの寄生虫と真珠生成との関係を見いだすことは難しかったであろう。日本の東京帝国大学では、Hessling の研究成果、即ち、真珠嚢の形成を重視し研究を進めたことにより、真珠袋を如何にして貝体内に作らせるかが重要なことであることが理解されていた。そして、御木本幸吉と共に世界に先駆けて真珠養殖産業界をリードした。また、アコヤガイは、西欧の研究で主に用いられた海産の *Mytilus* や *margaritifera margaritifera*（この部分は不明）に比べて、研究材料としても優れているだけでなく、真珠生産に最も適していたこと、又日本人の実験における精細な技巧的技術と、ただ原理のみで止まらず宝石としての品質向上に向けた技術の改善改良が産業の樹立に大きな役割を果たした。

御木本幸吉らは世界に先駆けてその技術を具体的に開発し、真円養殖真珠の事業化に成功するとともに、それを逸早く宝飾品としての市場を開拓し、世界に先駆けて産業化に成功した。公式統計が公表されるようになった1926年には、業者数は33業者で約669千

個であったが、10年後の1936年には258業者で7,071千個、翌年の1937年には258業者で10,858千個と1000万貝を越す生産量となり、業者数、生産数量ともに顕著に増加した。そこには、早くから挿核手術の技術的基盤の確立と共に、真珠貝の養殖管理技術の蓄積がなされていた。このようにして、日本において独創的な養殖真珠産業は構築されてきた。

### 養殖技術の発展

前述の通り、19世紀末から20世紀初頭にかけて、真円真珠の生産技術が完成に至った。そして、さらにそれを価値ある宝石とするための技術開発が、多くの人々により精力的に進められた。卵抜き法による大珠真珠生産技術や施術器具の改良など、挿核施術に関する技術が向上すると共に、垂下養殖法の導入、貝掃除や避寒等の養殖管理に関する技術が飛躍的に向上し、基本的な真珠養殖技術体系は、昭和初期にはほぼ完成に至った。その後も、挿核関連の母貝仕立てや養生により品質や歩留まりは向上し、真珠貝の貝掃除など養殖管理、天然採苗や人工採苗による種苗生産技術の開発により真珠母貝の供給も安定し、人工採苗技術による種苗生産は、外套膜細胞供与体の黄色色素など真珠貝特有の色素のコントロールを目的とした真珠母貝の改良などの育種技術など、様々な技術改善がなされてきた。自然環境と生物資源の面からの視点も重要な課題である。特に、生産量の急激な増大や自然環境の悪化は、へい死など歩留まりの悪化を招き、生産性を低下させる。こうした真珠貝の特定生物資源の減少問題や赤潮や病気によるへい死問題などは、自然環境と生物資源を基盤とする産業において世界共通の問題であり、生物の理解がより重要となる。

近年、真珠層形成のメカニズムの解明など、バイオミネラリゼーションの分野などでゲノム解析からのアプローチが世界中で急速に進んでいる。また、世界に先駆けて日本のアコヤガイのゲノムの解読が進み2012年にドラフトゲノムが報告された。今、真珠に関する研究は、再び新しい時代を迎えようとしている。こうした基礎研究は、今後、生物資源の管理や、高品質かつ安定した真珠生産に向けての養殖技術の改善、さらには医療、医薬分野、また人間の生活と密着に関係する産業として、様々な方面に展開され、宝石としての真珠と共に人間の生活を豊かにしていくことであろう。