台灣の藻類研究と産業　I-海藻研究者、研究機関について

小河久朗*・廖一久

住所・所属：台湾、20224　基隆市中正区北寧路２号　国立台湾海洋大学　海洋中心
連絡＊：電話：02-2462-2192,　e-メール：　ogawah18@mail.ntou.edu.tw

はじめに

日本と台湾は地理的に距離が近く、また歴史的に深い繋がりもあって毎年多くの日本人が台湾を訪れている。海洋環境についてみると、フィリピン沖で発生した黒潮は、台湾東部沖から沖縄を経て日本列島を挟みながら北上し、台湾に生育している海藻種の多くが沖縄から四国、紀州、東海地方にかけて黒潮の影響を受ける海岸に生育していることが報告されている。このことは、日本沿岸域に生育する海藻類に海洋環境変動が、どのような影響を及ぼすのか等を検討する際、台湾の研究情報は必須であると言って良いだろう。

大野正夫は台湾の海藻養殖と利用に関して最近の状況を報告しているが（大野 2018)、台湾での海藻類の研究と産業活動の現状に関する情報を把握している日本の関係者はそれほど多くないのが実際であろう。この背景には医学・工学分野はともかく、台湾では水産養殖分野でも海藻類の研究者は魚介類の研究者に比べて非常に少ないこと、日本では台湾を含む暖海域での海藻類に関心を持つ藻類研究者が多くないことなどが、日台間の藻類研究者交流機会を活発とは言い難い現状の要因かもしれない。また、台湾ではこれまで海藻を日常的に食べるということは、特定の地域（澎湖島などの離島）を除いてなかったことも、台湾人じしんが海藻に関心を払ってこなかったことも、その背景に有るだろう。一方で近年、海藻に含まれる成分に関する食品学や薬学研究の発達により、フコイダンやラムナン硫酸と云った海産多糖類には様々な薬理効果のあることが報告され、海藻は食材あるいは食品添加剤（寒天、アルギン酸、カラゲーナン等）の原料としてだけでなく、薬理機能成分の原料として注目されるようになっている。台湾でも海藻成分の薬理機能に関する研究は活発に行なわれており、研究成果は既に産業化されて製品は台湾内だけでなく海外にも輸出されている（詹・呉 2022; 呂他 2022)。また、ここ数年の COVID-19 による自己免疫力の重要性が指摘されたことや海藻を多用する日本食が健康と關係があることなどが台湾でも紹介され、台湾でも健康食材としての海藻の有効性が認識されるようになっている。現

在、台湾では何処のデパート（百貨店）やスーパーマーケット（超商）でもノリ、ワカメ、コンブ（中国大陸あるいは韓国から輸入されたもの）が販売されており、台湾内の全てのコンビニエンスストア（便利店）ではおにぎりや巻き寿司が売られている。台北市内には免疫力向上を謳って海藻を使った料理を専門とするレストランもあり、台湾人にとって海藻は珍しくない食材となっている。しかし、海藻のことを知っているかと台湾人に訊ねても、言葉としては知っているが海藻には興味がない、食べたことがないという人は少なくないことから、一般家庭では海藻は日常的食材として未だ受け入れられてないことが窺われる。また、海藻の環境面への寄与に関して知っている人は非常に少ない。このような背景は海藻に関する教育研究にも大きな影響を及ぼしている。

このような台湾での海藻に対する認識が変わりつつある現状を踏まえて、ここでは海藻類研究者だけでなく海藻類産業関係者の日台間の交流に資することを目的に、台湾の海藻類の研究と産業の現状について紹介してみたい。

台湾海藻研究史簡介

台湾の海藻類に関する研究について年代を基にて研究者とその業績を紹介したものとしては、J. E. Lewis (中国名 : 柳芝蓮) and J. N. Norris (1987); 江永棉（1992）の報告が最も詳しい。ここでは江永棉（台湾大学名誉教授）の報告を基に台湾の海藻類研究を紹介する。しかし、彼の報告には取り上げられていないものもあり、補足して紹介したい。先ず年代的に明治以降の台湾併合から第二次世界大戦以前とそれ以降とに分けて、海藻類研究者とその主な業績についてみると、台湾の海藻類に関する二命名法に基づいた最初の報告は、G. von Martens（1866）であるとされている。しかし、中国の文献にはこの報告以前に台湾の海藻に関するものがあるが、薬効を主とした本草学的記載であることから上記の報告では取り上げられていない。したがって、台湾の海藻に関する近代的学術的研究が始まったのは、台湾が日本政府の統治下になった時点からといっても過言ではない。

この当時、台湾での最高学府は台北帝国大学であった。ここには理農学部があり、正宗巌敬などの顕花植物を主対象とする研究者はいたが、隠花植物の海藻類を専門とする研究者はいなかった。このため、台湾に生育する海藻類の情報は皆無と言っても良い状態だったことから、日本本土からの研究者による生育・分類調査に主体が置かれている。その代表的なものは、岡村金太郎博士によるテングサ類に関する報告（1915a, b,1935)、北海道帝国大学の山田幸男教授と田中らの門下生による分類学

的研究である。岡村の研究は、台湾の殖産に資するテングサなどに重点が置かれていることは、台湾の殖産を重視した当時の情勢を想うと理解できよう。これに対して、山田を中心とした海藻相調査は分類学研究が主であるが、これは台湾の殖産が軌道に乗った後の時代に行なわれていることから、このような基礎的研究調査が可能だったのだろうと思われる。山田らによる台湾の海藻に関する調査研究報告は 50 報を越えるが、山田による台湾の海藻に関する研究については、「わが海藻研究五十年」を参照されたい (山田 1979)。

山田らの台湾の海藻に関する調査研究以外にも、同大学の猪野俊平博士による台湾産ホンダワラ類の初期発生に関する研究は熱帯産ホンダワラ類の繁殖生態について世界で最初の報告であり（猪野 1947)、時田郇博士の台湾アミ族で利用されている食用海藻に関する報告は当時の台湾での海藻利用を知る上で貴重なものである（時田 1939)。　海藻（大型）ではないが、当時の台北帝国大学理農学部動物学講座の川口四郎博士による造礁珊瑚の生態に関する研究は、珊瑚の共生藻に関する研究は世界的にみても特記すべきものである。日本学術振興会は珊瑚礁に関する生物学的総合研究を行う施設としてパラオ熱帯生物研究所を、第一次世界大戦後に日本の委任統治領になったパラオのコロール島に 1934 年に設置した。ここでは造礁サンゴだけでなくプランクトンを含むサンゴ礁生態系に関する総合的な研究が、第二次世界大戦が激化するまで行なわれていた。川口はパラオ熱帯生物研究所でサンゴの細胞内に共生する単細胞藻類 Zooxanthellae（褐虫藻、これは川口が名づけた）が渦鞭毛藻であることなど、造礁サンゴの生理生態に関する重要な知見を世界で始めて報告している（川口 1943)。第二次世界大戦後、川口は教授として岡山大学に移ったが、ここでも造礁サンゴのみならず貝類の共生藻研究を続け、タマノミドリガイでの共生藻について重要な発見をしている (Kawaguchi and Baba 1959) 。沿岸域の環境悪化に伴う赤潮や貝類毒化が話題になる現在、その原因生物としての渦鞭毛藻の重要性を知る人は多いと思われるが、戦前の日本で渦鞭毛藻のことを知る人は皆無であっただろうことを思うと、川口の世界に先駆けた研究業績は実に大きなものであったかが分かる。

第二次世界大戦後、共産党との内戦に敗れた国民党軍は中国大陸から台湾に移り、蒋介石を首班とする国民党政権が台湾に成立した。これにより台北帝国大学は 1945 年 11 月 15 日に国民党によって接収、国立台湾大学（以下、台湾大と省略）に改称された。この当時、藻類学を担当する研究者は台湾大にはいなかった。樊恭炬と江永棉は台湾大植物系を卒業後、米国に渡り Papenfuss 教授（カリフォルニア大学）の下で藻類学を学び、博士學位取得後は台湾に帰り台湾の藻類研究発展に大きな足跡を

残している。樊は中国広東省出身で、台湾に移住して台湾大学で植物学を専攻した。彼は台湾大卒業後、台湾水産試験所に一時勤務したが米国に留学した。博士学位取得後、中国広東省にある暨南大学で職を得たが、英国に移り研究を続け 1971 年に台湾高雄市の中山大学に迎えられた。しかし、病に倒れ 1974 年不帰の人となった。このため彼の台湾の海藻に関する研究報告は多くないが、第二次世界大戦後の海藻研究者がいない時期に台湾の海藻研究を行った功績は大きいものがある(樊 1943a, -b; 1951、1952 ; Shen and Fan 1950; 樊・李 1964)。

一方、江永棉は台湾大卒業後、米国で Papenfuss に藻類学を学び博士学位取得後、藻類学担当教授として台湾大に迎えられた。帰国後の江は台湾の藻類全般について分類学的研究を進めただけでなく（Chiang 1960, 1962a、- b、1973a、- b ; Wang and Chiang 1994; Chou and Chiang 1981; Chiang and Chen 1982; Yang and Chiang 1982)、藻類の成分（Chou and Chiang 1976, 1977)、応用面ではとりわけアマノリ類の養殖技術開発に尽力している（Wang and Chiang 1977, 1979; Chiang and Chou 1977、1980; Chiang and Lin 1989)。また環境分野では水域生態調査研究での藻類を指標とした水質判定の研究など多岐に渡っている(Huang et al. 1973 ; 黄・江 1986)。また、台湾の海藻の図譜、図鑑を出版するなど啓蒙活動にも力を注いでいる（江他 1985、江・王：1986 a、1986b、黄他 1990)。このように、江が台湾大奉職中に著した論文は分類、植生、形態、発生、培養、養殖、成分分析、環境評価など、その数は 100 報を越えている。また、指導した学生の陳忠信（台湾海洋大学、病没)、李家維（清華大学)、周宏農（台灣大)、蘇恵美（水産試験所)、廣淑芳（国立博物館)、呉俊宋（中央研究院)、陳伯中（中興大学)、王瑋龍（彰化師範大学)、張睿昇（台湾海洋大学）らは行政、教育、研究などの分野で活躍して台湾の藻類研究発展に貢献しているが、現在では李家維、王瑋龍、張睿昇以外は病没や退職して現役から退いている。

江永棉教授

このように、台湾の藻類研究に大きな足跡を残した江は、台湾大退職後も藻類研究指導者として活躍していたが、その精力的活動が影響したのであろうか 2016 年に病に倒れ幽界へ旅立った。

第二次世界大戦後の国民党による台湾は統治により国民党政府は国防上の配慮から政府が許可した海岸以外は、一般国民はもとより外国人の立ち入りを禁止した。この規制が解除された 1987 年までの約 40 年間、ごく一部の関係者を除き台湾の海藻調査は著しく困難であった。したがって、日本人が台湾に赴いて海藻の生育調査研究をすることの困難さを想像するに難くない。このような中にあって、三重大学の谷口森俊は台湾の海藻群落に関する報告は貴重なものである（谷口 1976）。1987 年の規制解除後は、日本人による現地での海藻調査は制限無く行なえるようになり、吉崎誠（東邦大学）がコナハダ類について（林綉美博士私信）、北山太樹（国立科学博物館）は台湾北部基隆市の海藻類についての報告がある（Kitayama and Lin 2012）。それ以外にも日本人による報告があると思われるが、著者等は寡聞にして知らない。

国民党政府による海岸立ち入り規制は 1987 年に解除された。現在は政府が指定する特定の海岸（港湾、軍関係海岸、海洋公園、環境保全海岸など）以外では、台湾人、外国人を問わず、誰でも政府機関や漁会（日本の漁業協同組合に相当)の許可を得なくても海藻採取を行うことができる（採取した海藻を外国人が政府または研究機関の許可無く台湾の外に持ち出すことは、未だ正式には認められていない）。この規制解除はその後の台湾の大学の海洋生物学、水産学系学部・学科設置に大きな影響を及ぼしている。これまで台湾では海洋生物を研究する学部・学科は台湾大学や台湾海洋大学など少数の大学に限られていたが、この規制解除後は中興、中山、成功、台南、東華、高雄科技、屏東科技、澎湖科技など、全国各地の国立・私立大学に海洋生物や養殖研究の学部・学科が設置された。これら大学には台湾大の江の下で藻類学を学んだ卒業生が就職して台湾の海藻に関する研究を行っている。当然のことであるが、これらの大学には海洋生物の利用加工に関する食品科学系学部も設置されており、台湾での水産養殖、水産加工、食品製造の発展に大きく貢献している。

以上述べてきたように第二次大戦前の台湾の海藻に関しては、分類学的研究が主で増養殖に関する研究は殆ど行なわれていない。台湾人研究者による台湾の海藻増養殖研究は 1970 年代に江等によるアマノリ類の培養研究がその嚆矢であろう（Chiang and Chou 1977, 1980; Wang and Chiang 1977, 1979）。ただ、澎湖島の漁民達が独自に 1960 年代に天然採苗によるノリ類の養殖を試みられている。人工採苗を基にしたノリ養殖の技術開発は、1980 年代になって台湾水産試験所澎湖分場（現在の

澎湖海洋生物研究中心）の蔡萬生を中心に始まった（蔡他 1988）蔡 2022）。現在、ノリ類の養殖は澎湖島、金門島で行なわれているが、澎湖島では澎湖縣水産種苗生産場が貝殻糸状体を作り、これをノリ養殖漁民に販売するというシステムが機能してノリ養殖が盛んで、ノリは同島の特産品となっている。ノリの他に養殖が盛んな海藻はオゴノリである。オゴノリは台湾西部の台中県から台南県にかけて、魚介類の養殖に使われていた池を使って養殖されており、生産されたオゴノリは台湾東北部に運ばれてトコブシ養殖の餌として利用されている（Kuan 1962、林 1979）。ノリとオゴノリは海面あるいは池を使った大規模養殖であるが、*Sarcodia suae*（海木耳）と *Caulerpa lentillifera*（長莖葡萄藻）が小規模ではあるが台湾各地で水槽を使って養殖されている。現在、台湾で養殖されている海藻は上に挙げたもの以外にも緑藻ではアオノリやアオサ類（*Ulva prolifera*、 *U. prolifera*、*U. ohnoi*）が、褐藻では *Sargassum* spp.（馬尾藻）、紅藻では *Sarcodia suae*（海木耳）、*Agardhiella subulata*（紅翎藻）、*Asparagopsis taxiforium*（海門冬、蘆筍藻）、*Eucheuma serra*（鋸齒麒麟菜）、*Kappaphycus arvarezii*（麒麟菜）などが養殖されている。澎湖島では *Monostroma nitidum*（礁膜、青海菜）の養殖試験が行われている（Chen et al. 2019）。

研究機関

1987 年に海岸立ち入り規制が解除された結果、中央政府の許可がなくても、これら研究機関が直接、沿岸域の海洋生物の調査が可能になった。台湾の公的研究機関は中央政府の行政院、地方政府（縣）に所属するものと大学である。中央政府所属の海洋、水産に関する研究所は台湾水産試験所と国家海洋研究院である。前者は海洋調査、資源解析、水産増養殖など、後者は生物多様性や海洋環境などの分野を主な研究対象としている。台湾水産試験所は農業部漁業署に属する海洋と水産に関する中央研究組織で、台湾北部の基隆市和平島に総所（本所）が置かれ、分所としての研究中心が台湾内に 6 箇所ある。これら研究中心の中で藻類の研究を行なっているのは東港生技研究中心、東部漁業生物研究中心、澎湖海漁業物研究中心の 3 研究中心である。国家海洋研究院は行政院に所属する研究所で、台北市に本部が、高雄市に分院がある。本部は台湾北部を中心とした海域を、高雄市のそれは台湾南部を中心とした海域を担当している。これに対して、地方政府（県）の水産試験場（日本の県立水産試験場に相当）、漁業・養殖に関する技術開発と支援、水産環境保全等の調査を行い、農業部漁業署の水産行政の一端をを担っている。一方、この規制解除は、大学での海洋、水産分野の教育研究を促す力となり、台湾大と台湾海洋大以外の大学にこの方面を教育研究する

学部が設置された。海藻についてみると植生研究が制約なく行なえるようになり、台湾全土の海藻の植生、分類、増養殖研究に大きな好影響を及ぼし、現在に至っている。

大学

台湾には大学は国、公、私を併せて 153 ある。この中で海洋生物、とりわけ水産養殖を対象とした教育研究を行なっている主な大学は台湾大学と台湾海洋大学以外では国立の中興、中山、成功、台南、東華の総合大学、屏東科技、高雄科技、澎湖科技の科技大学、彰化師範大学と私立の中国文化大学、東海大学などである。このことから、台湾での海藻、あるいは藻類に関する高等教育機関が非常に少ないことが分かろう。以下、上記の大学での海藻類研究ついて紹介したい。

国立台湾大学

既に述べた様に第二次世界大戦以前の台北帝国大学理農学部には、正宗厳敬（作家の正宗白鳥の弟、戦後は金沢大学勤務）が顕花植物の分類と地理分布を研究していたものの、藻類の研究者は 1945 年に帝国大学としての活動を終えるまで居なかった。そのこともあってか、正宗博士と東大・理・植物の同窓生である山田（北海道帝国大学、現北海道大学）が中心となって台湾の海藻調査を行なったのであろう。台北帝国大学が国民党に接収されて国立台湾大学に改称後暫くして、アメリカで教育を受けた樊恭炬、江永棉が台湾大教員として迎えられてから、台灣大での藻類の教育研究が本格的に始まった。まず、樊、江は Jane E. Lewis (中国名 : 柳芝蓮) 、James N. Norris（彼らは Papenfuss 教授の指導を受けた）らと台湾の海藻について共同研究を行うことから始めた。樊が授退職後は江がその後任として藻類学を担当した。樊、江両教授の下で藻類学を学んだ学生は卒業後、台湾の研究教育機関に就職して藻類の研究を続け、その努力が今日の台湾における藻類研究の発達と藻藻産業の発展に繋がっていることは否めない。江教授の指導を受けた学生の中でも藻類の教育研究に活躍した者の名を記すと、現役を退いた者では周宏農（台湾大）、蘇恵美（水産試験所）、黄淑芳（台湾博物館）、陳忠信（台湾海洋大学）、呉俊宋（中央研究院）、陳伯中（中興大学）等が挙げられる。この中の周宏農は薬学部出身だが修士課程で江の指導を受け、ホンダワラ類のアルギン酸に関する研究などで足跡を残している（Chou and Chiang 1976、1977）。また、彼は台湾藻類學会現会長である。現役として活躍しているのは林幸助（中興大学）、李家維（清華大学）、張睿昇（台湾海洋大学）、王瑋龍（彰化師範大学）らである。残念なことに、江が退職後の台湾大には今日まで藻類の教育研究を専門とする担当教員はいない。したがって、江が退職後は台湾大から藻類、とり

わけ海藻に関する研究報告は出ていない。このことは台湾大が台湾の高等教育と研究の中心大学であるだけに、台湾大に藻類研究者がいないことは台湾にとって非常に残念なことである。

国立台湾海洋大学

台湾海洋大学（以下台湾海洋大と省略）で海藻の教育研究が行なわれるようになったのは、台湾大の江が台湾大兼任で海洋植物学を担当してからである。江が台湾海洋大教授辞任後、後任として彼の指導を受けた陳忠信が教授に迎えられたが、2005 年執務中に倒れ不帰の人となった。陳は在職時に Jane E. Lewis（柳芝蓮）を米国から台湾海洋大に招聘した。陳忠信や Lewis の指導を受けた林綉美は台湾海洋大で藻類分類学を、徐振豊は澎湖科技大でそれぞれ教授として藻類繫殖学の教鞭を取っている(Lin 2009, 2012, L in et al. 2018; 徐他 2011, Xie et al. 2015)。亡くなった陳忠信の後任は、やはり台湾大で江の指導を受けた陳衍昌が藻類学担当教授として迎えられた。彼は台湾の藻類の株保存にバイオテクノロジーの考え方を導入するなど、先駆的業績を残しているが、数年前に大学を退職した（Chen and Shih 2000）。彼の指導を受けた李孟洲（藻類養殖学）、唐世杰（生物科技学）、康利國（海産微細藻類）は台湾海洋大教授として、蕭斯欣（藻類培養）、李曼玲（生態学）は科学博物館で研究員としてそれぞれ活躍している。

分類、養殖といった分野とは異なるが、食品科学系では藻類の産生物を対象とした研究が行なわれている。潘崇良は海藻多糖類分解、アルコール生産（王他 2012、Lin et al. 2020）、呉彰哲、林泓廷、林秀美の教授は海産多糖類の薬理効果（Lu et al. 2019, Chen et al. 2020、Chen et al. 2021, 2022、李他 2021）、黄登福教授は有毒鞭毛藻類の産製毒（黄・黄 2007）、黄倍安副教授は生理活性物質に関する研究を行っている(Huang et al 2015a, 2015b)。上記の教授たちの指導を受けた学生の中で、海藻を対象とした研究を行っている PD 学生は劉麗嘉（無節石灰藻類分類）、葉翰揚（ホンダワラ類養殖）、黄怡明（ホンダワラ類繫殖生態）がいる。彼ら以外にも張睿昇副教授の下で海藻の生態、養殖を研究している博士課程学生がいる。これからの台湾の藻類学の発達に彼らの貢献が期待される。

台湾海洋大には海藻の増養殖、機能性物質等を対象とした研究施設として「海洋中心海洋生物培育館」がある。この施設は藻類の生態機能や薬理機能の重要性に着目した前学長の張清風教授の尽力により、台灣の財団法人旭日教育基金會（Rising Sun Education Foundation）の寄付を受けて建設されたもので、学内外を問わず藻類に関心のある研究者や研究機関、一般企業に施設設備を開放している。この施設の責任

者の張睿昇副教授は江の指導を受けた最後の学生で、台湾産有用海藻類の栽培研究とその産業化を進めるとともに海藻の知識普及にも尽力している（Chang　and Tseng　2010、張 2022、張他 2022）。

海洋中心海洋生物培育館

国立中山大学

この大学は台湾南部の高雄市にある８学部を有する総合大学で、その一つに海洋科学部がある。藻類学は李玉玲、洪慶章教授が担当しており、李は台湾南海域の植物プランクトンの生態について、洪は陳孟仙博士と共同して *Sarcodia suae* の大量養殖研究を進めている。淡水産微細藻類の炭酸固定と生物燃料生産を研究をこれまで行っていた李澤民特聘教授が、海藻によるブルーカーボンの研究を始めている。

国立成功大学

この大学は台南市にある８学部を有する総合大学で、バイオテクノロジー学部では海洋生物の繫殖生理、特に耐病性優良養殖魚の開發研究、魚類の病害に対する微細藻類の有効性が陳逸民副教授を中心に行なわれている。ここでは養殖生物の初期餌料用の微細藻類は培養されているものの、海藻研究者はいない。工学部の化工系では張嘉修教授を中心に生物燃料開発研究と並行して台湾内の有用株の探索が行なわれている（張 2022)。現在、張教授は東海大学転出したものの、有用株探索と系統保存は継続している。

国立澎湖科技大学

この大学は海洋資源工学院を含む５学院（学部）から構成され、海洋資源工学院には水産養殖学系（学科）がある。ここでは台湾海洋大出身の徐振豊教授が藻類繫殖学を担当している。徐はヒトエグサ、アオサ類やホンダワラ類の繫殖生態の研究だけでなく、海藻食文化に関する研究も行っており、澎湖産有用海藻類について詳しい（徐

他 2011a,b)。澎湖島には大学以外に水産係研究機関として行政院農業委員会水産試験所澎湖海洋生物研究中心と澎湖縣水産種苗繫殖場があり、大学は教育と基礎研究、澎湖海洋生物研究中心は技術開発研究、水産種苗繫殖場は技術実用化について、三者が協力しながら海藻の増養殖、藻場造成、海洋環境保全事業を進めている。徐のもとで藻類学を学んだ卒業生の周立進は国家海洋研究院研究員としてはホンダワラ類の繫養殖技術開発研究と並行して台湾の離島、東沙島や太平島の海藻植生を研究している（周、劉 2022)。陳禮弘はヒトエグサの繫殖生態の研究を、楊力橋は金門県職員としてのコンブ、ノリの養殖研究を行なっている。

国立高雄科技大学

この大学は高雄市にあった国立高雄海洋科技大学を含む科学技術系 3 大学が統合してできた大学で、9 学部の一つに水圏学部がある。水圏学部は水産食品、水産養殖、海洋生物科技の 3 学科から構成され、教員には台湾海洋大出身者が多い。この大学が国立高雄海洋科技大学だった当時から蘇恵美博士（台湾水産研究所東港生技研究中心）が藻類学を教えているが、藻類を専門とする研究者はいない。現在は董正釱教授の指導の下、Singhania 副教授と曾義盛らが環境科学的視点から水質環境と海藻の生長特性について研究している。この学部は留学生を積極的に受け入れており、東南アジアからの留学生が多い。

国立中興大学

この大学は 9 学部を擁する総合大学で台中市にあり、農業暨自然資源学院水域生態学研究所で江永棉台湾大教授の下で藻類学を学んだ林幸助が教授として海洋植物生態学を担当している。林は海草群落の生物相と生態系について研究しており、研究室の李承録、黄衍勳　林良瑾、載孝勳と離島の東沙環礁の海象植物相について調査研究を行っている（林他　2012)。

国立彰化師範大学

この大学は台湾南部の彰化市にある教員養成大学であるが、実体は総合大学である。この大学の理學院生物系所（生物学科に相当）には台灣大の江の下で藻類学を学んだ王瑋龍が海藻の研究を行っている。彼は台湾南部の海藻相の研究を進めると同時に応用方面の研究も行なっているが（王 1995、王他 2015、2020、Zhan et al. 2022)、現在は藻類の炭素固定能と再生エネルギーに関する研究を活発に行っている（王 2022)。彼は台湾藻類學会理事長（会長）でもあった。

中国文化大学

この大学は台湾は台北市にある私立の総合大学で、ここには海洋生物学系（学科相

当）があって現在、国立彰化師範大学教授の王瑋龍が海洋植物を教えていた。王が彰化師範大学に移ってからは、海藻研究は途絶えている。

東海大学

この大学は台湾は台中市にある私立の総合大学で、脳学部生物技術課程で海洋生物を対象とした研究が行なわれていることから、初期餌料としての微細藻類の培養は行なわれているものの、海藻研究者はいない。

成功大学から張嘉修教授が赴任したことにより、今後、藻類研究の発展が期待される。

その他の大学

上に紹介した大学以外では、国立東華大学、国立屏東科技大学に海洋生物や水産養殖を教える学部学科はあるが、藻類を専門とする研究者はいない。大学に準ずる高等教育機関として技術学院の台北海洋科技大学は、台湾で唯一の海洋系学院であるが、ここでの教育は海技、観光、貿易関連科目が主であり、海洋植物を教える課程はない。

研究所

台湾の公的研究所は中央政府、地方政府の所属に分かれる。中央政府所属の海洋、水産に関する研究所は台湾水産試験所と国家海洋研究院である。前者は水産などの応用分野を、後者は生物多様性や海洋環境などの基礎科学的分野を主な研究対象としている。台湾水産試験所は農業部漁業署に属する海洋と水産に関する中央研究組織で、台湾北部の基隆市和平島に総所（本所）が置かれ、分所としての研究中心が台湾内に６箇所ある。これら研究中心の中で藻類の研究を行なっているのは東港生技研究中心、東部漁業生物研究中心、澎湖海漁業物研究中心の３研究中心である。国家海洋研究院は行政院に所属する研究所で、台北市に本部が、高雄市に分院がある。本部は台湾北部を中心とした海域を、高雄市のそれは台湾南部を中心とした海域を担当している。一方、地方政府（県）の水産試験場は日本の県立水産試験場に相当し、漁業・養殖に関する技術開発と支援、水産環境保全等の調査を行っている。これらの研究機関は、農業部漁業署の水産行政の一端をを担っている。

農業委員会水産試験所本所

本所は台湾の水産・海洋に関する中心的研究所で基隆市和平島に置かれて、海洋観測、資源解析、水産生物利用に関する調査研究行なっている。海藻に関しては産生物の機能性研究が主であるが（易他 2021、Fan et al. 2021)、*Valonia aegagropila*（法嚢藻）の培養について研究している（李他 2021）。しかし、海藻の分類、生態、養殖に関する研究は行なっていない。

この試験所の分所に相当する６箇所全ての研究中心では、魚介類の種苗生産に使用する初期餌料用微細藻類に関する研究はしているものの（Lin et al 2019)、海藻の増養殖に関する研究は東部漁業生物研究中心、東港養殖研究中心、澎湖漁業生物研究中心だけである。

東部海洋生物研究中心

この研究中心は太平洋に面した台東市にあって、台湾の水産・海洋関係研究所としては唯一、海洋深層水汲み上げ施設があり、海洋深層水を使っての魚介類や海藻の養殖試験が行われている。海藻では *Sarcodia suae*、*Caulerpa lentillifera*、*Agardhiella subulata* の養殖技術開発研究を黄君毅研究員が担当して行なっている。ここでは一般企業に海洋深層水の利用と養殖施設を開放していて、複数の企業が海洋深層水を使って *Caulerpa lentillifera*、ヒラメ、エビが養殖されている。養殖されたものは病気の発生もなく生長も良いとのことで、台湾各地で販売されていている。

東港生技研究中心

この研究中心は台湾南部の屏東縣東港鎮にあって、漁業生物の中でもエビ類とハタ類の養殖技術開発が主な研究課題でるが、養殖種苗生産の初期餌料に用いる微細藻類の研究も並行して行なわれている。この背景には本稿の著者の一人、廖一久がこの研究中心で世界で初めてウシエビ（草蝦、ブラックタイガー）の人工養殖を成功させたことがある。エビ類はノープリウス、ゾエア、ミシスと変態をしながら成エビになるが、この変態期に適切な餌が与えられないとエビの養殖できない。この時に重要な餌が微細藻類であり、台湾大の江の下で藻類学を学んだ蘇恵美研究員が、養殖用初期餌料藻類の培養技術開発研究を担当した。この研究成果は蘇の博士學位論文として纏められている（蘇 1999)。蘇は紅藻 *Sarcodia* の養殖研究に取り組み、組織培養による種苗生産と養殖技術を開発した。現在、この海藻は台湾全土で積極的に養殖が行なわれている。余談になるが、台湾海洋大の林綉美教授等はこの海藻が新種であるとして彼女の業績を称え、この海藻の学名を *Sarcodia suae* として発表している（Rodríguez-Prieto etal. 2016 ; 種小名の suae は蘇恵美（Su Hui-Mei）博士の名前に由来する)。

現在、この研究所には餌料微細藻類 *Nannochloropsis* 等の他に、*Sarcodia suae*、*Caulerpa lentillifera*、*Botryocladia leptopoda*、*Kappaphycus alvarezii* のタンク養殖が行われている。

澎湖海洋生物研究中心

この研究中心は台湾海峡の澎湖列島の澎湖島馬公市にあって、海藻増養殖技術開発

（藻場造成を含む）、利用開發、藻場生態調査など、台湾水産研究所の中で海藻の研究が最も活発に行なわれている。その理由として、澎湖列島は晩秋から初春に掛けて北西風の影響を受けて海水温が 20℃以下に低下すること、地形が複雑であることから台湾内でも海藻相が豊で、緑藻類 15 科 38 種、紅藻類 22 科 59 種、褐藻類 5 科 25 種、蘭藻類 3 科 3 種が生育している（呂 2013）。また、澎湖群島にはノリ、ヒトエグサが自生しており、これらの養殖に適した遠浅の海岸が島内各地に見られ、白砂湾ではノリ養殖が盛んで澎湖島の風物詩となっている。このような自然環境から、この研究中心は他の研究中心とは異なり、澎湖水産試験分場として設立された当初から海藻増養殖研究が蔡万生を中心に研究が行なわれていた。彼の退職後は冼宜楽が海藻草類の繋殖研究を精力的に行っている（冼他 2011a、-b）。藻場・藻礁造成研究も精力的に行なわれている。

澎湖島には澎湖漁業生物研究中心の他に澎湖県水産種苗繋殖場立水産試験場、国立澎湖科技大学があり、水産試験所の他の研究中心に比べて海藻の生態、増養殖研究が活発である。これら研究機関で増養殖を目的に繋殖試験が行われている種は、*Ulva compressa*（虎苔、石髪）、*Monostroma nitidum*（礁膜、青海菜）、*Ulva* spp.（石蓴）, *Sargassum* spp.（馬尾藻）、*Neopyropia dentatata*（長紫菜）*Asparagopsis taxiforium*（海門冬、蘆筍藻）、*Agardhiella subulata*（紅翎藻）、*Sarcodia suae*（海木耳）、*Eucheuma serra*（鋸齒麒麟菜）、*Phyllymenia huangiae*（蜈蚣藻(已修正為黃氏葉膜藻)、*Caulerpa lentillifera*（長莖葡萄蕨藻）、*Botryocladia leptopoda* （葡萄藻）、*Valonia aegagropila*（法嚢藻）など多岐にわたっている。

海水養殖研究中心

この研究中心は台中県鹿港鎮にあり、台湾でのオゴノリ繋殖研究を行っていたが今は中断している。ここで開発されたオゴノリ繋殖技術が, 台中県や彰化県の養殖業者に移転され（林 1979）、現在ではオゴノリ養殖はこの地域の重要産業になっている。養殖されたオゴノリは台湾東部海岸（新北市、宜蘭県）のトコブシ養殖業者に送られれてトコブシ養殖餌料として使われている。

県立水産試験場

台湾でも日本と同じように各県に水産試験場があり、各県の水産試験場では水産環境調査、水産加工技術開發に加えて水産養殖試験が行われているが、海藻の増養殖研究に力を入れているのは澎湖縣と金門県の水産試験場だけである。この背景には両県とも台湾内有数の観光県で年間を通して多数の観光客が訪れ、観光客向けの海産土産品として海藻に人気があることであろう。澎湖縣ではノリやヒトエグサの海藻産業が

県の重要産業となっており、県内の澎湖科技大学と澎湖海洋生物研究中心の協力を得て海藻の増養殖試験に熱心に取り組んでいる。現在は柯志鴻、陳世新技師らを中心にヒトエグサ、ワカメの養殖試験に取り組んでいる（Chen et al. 2019、柯他 20121）。また、ホンダワラ群落造成用の種苗生産、Kappaphycus alvarezii, *Sarcodia suae*、*Caulerpa lentillifera* の養殖も行なっている。金門県ではコンブとノリ養殖が行なわれている。この県も澎湖懸と同様に観光が重要産業であり、養殖したコンブ、ノリは観光土産品として販売されている。ここでは楊力橋技師を中心にコンブ、ノリ以外に *Sarcodia suae*、*Caulerpa lentillifera* の養殖試験が行われている。

国立博物館

国立博物館には台湾大の江教授の学生だった黄淑芳博士が研究員として台湾の海藻類の研究、啓蒙に大きな貢献をしている（黄 1989、1993、1998、2003、黄他 1990）。退職してしまった。黄の退職後、海藻担当の研究者はいない。

国立海洋科技博物館

この博物館は基隆市に本館が、高雄市に分館がある。ここでの展示の一つに海洋生物が紹介されているが、海藻の研究者はいない。

国家海洋研究院

この研究院は高雄市にあり、台湾南部と離島の東沙列島、太平島の海洋生態、多様性や環境保全の研究を行っており（周、劉 2022）、澎湖科技大学出身の周立進研究員が海藻、ホンダワラ類の繫殖生態について研究している（周 2009）。

まとめ

台湾の海藻についての知見は日本の統治以前は本草学的なものに過ぎなかったが、学術的研究は統治後に始まった。当初は台湾の殖産に視点を置いた有用海藻の調査研究だった。その後、植生や分類などの植物学的研究に移っていったものの、その主体は日本人研究者であって台湾人ではなく、この状態は第二次世界大戦が終わるまで続いた。第二次世界大戦後、アメリカで藻類学を学んだ樊恭炬と江永棉らが台灣大に迎えられてから、台湾人による海藻研究が始まった。とりわけ、台湾の海藻研究への江永棉の貢献は大きい。彼の業績をみると、台湾の海藻植生と生育種の調査研究に始まり、養殖技術開発、環境指標藻類の研究など多岐に渡っている。また、台灣大での教育を通して多くの人材を世に送り出し、現在の台湾の教育、研究、産業分野で活躍している人たちは海藻に関しては直接、間接を問わず江永棉の下で学んだ弟子の指導を受けていることからも頷けるだろう。また、1987 年に政府による海岸立ち入り禁止

措置解除により、海藻相や分類研究実施が容易になったことから、この 10 年程の間に東沙海藻生態圖鑑（呉俊宗他 2015）、墾丁海藻圖鑑（王瑋龍他 2020）、南沙太平島常見大型藻類圖鑑（周立進、劉少倫 2022）、台灣百種海洋生物ー大型海藻與海草（張睿昇他 2022）海藻現職図鑑が出版されている。

台湾の海藻図鑑

広瀬弘幸は著書「藻類学総説」の中で日本における藻類学の発達について、藻類学の研究者を時代別に（１）草分け時代の人々、（２）草分け時代の直流を受け継がれた人々、（３）現代最も若い世代の人々とに大別して、これを１世、２世、３世と呼んでいる(広瀬　1965)。これに倣うと、台湾における海藻研究発達を時代別に見ると、樊、江永棉両教授は草分け時代の１世に、両教授に直接指導を受けた黄淑芳、陳忠信、蘇恵美、李家維、王瑋龍、張睿昇等は２世に、これら２世の指導を受けて現在教授、副教授として活躍している林綉美、李孟洲、徐振豊等は３世に相当するだろう。そして現在は、３世の下で学んだ学生の劉麗嘉（無節石灰藻分類）、葉翰揚（ホンダ

ワラ類増養殖)、黄怡明（ホンダワラ類の繋殖生態)、周立進（ホンダワラ類の繋殖生態)、黄君毅（有用海藻繋殖)、楊力橋（コンブ、ノリ養殖）らは、台湾各地の大学、研究所で海藻研究の主力として活躍すしている。また、東京海洋大学で学んだ陳柏蔭も台湾産キリンサイ類について研究している（陳 2020, 陳他 2022、Chen et al. 2020)。彼らの今後の活躍が期待される。

台湾では大学で行なわれた研究の評価には、学術面だけでなく産業への展開と成果が求められる。したがって、大学と産業界との関係は非常に強く、企業と共同して会社を立ち上げて研究成果を事業化している大学教員も少なくない。現在、張嘉修、呉哲彰教授らの食品学的研究成果の産業化が進んでおり、それに伴って藻類への関心も深まり、藻類の培養や養殖を専門とする事業所が設立されている。その代表的な事業所は台湾肥料股份有限公司、台湾中油股份有限公司であろう。前者では海洋深層水を、後者では液化ガスの気化に用いた海水を使って海藻養殖をしている。また、日本クロレラ工業が微細藻類養殖場を設けて活動している。

謝辞

本稿を起こすに当たって台湾の海藻研究者、文献等の紹介で下記の方々に大変お世話になった。そのお名前を記して感謝の意を表します。林綉美博士（台湾海洋大学)、張睿昇博士（台湾海洋大学)、黄鵬鵬博士（中央研究院)、徐大全博士（邁先生物技術顧問股份有限公司)。

引用文献

張嘉修：微藻負碳與循環経済。2022 台湾藻類前瞻検討会論文集．1－5、2022.

張睿昇：大型海藻的培育與養殖技術．2022 台湾藻類瞻研討会講演要旨、31－33、2022.

張睿昇、呂怡璇、呉浚佑、陳映伶：台湾百種海洋生物ー大型海藻與海草．288pp., 海洋委員会海洋保育署, 2022.

陳柏蔭：台湾北部産食用海藻トゲキリンサイの生態学的研究．79 pp. 東京海洋大大学院博士学位論文、2020.

陳柏蔭、冉繁華、李孟洲、葉翰揚、藤田大介：鋸歯麒麟菜之世代判別與資源保護策略．生物多様性研究 24：22－39、2022.

江永棉:台湾藻類研究現況．中央研究院植物研究所専刊第 11 号：101－118、1962.

江永綿、王瑋龍、彭振強：墾丁国家公園内海藻之研究．125 pp. 12 圖版、内政部營建署墾丁国家公園管理處、1985.

江永綿、王瑋龍：墾丁国家公園内海藻之研究．115 pp. 10 圖版、内政部營建署墾丁国家公園管理處、198 6 a.

江永綿、王瑋龍：恒春半島之海藻分佈「海洋科学学術検討会」研究専刊、No. 10,71-87, 1986b.

周立進：中国半葉馬尾藻（*Sargassum hemiphyllum* var. *chinense*）組織及胚胎人工繁養殖技術之研究．国立澎湖科技大学碩士論文．93pp.,　2009.

周立進、劉少倫：南沙太平島常見大型藻類圖鑑．　267pp.　国家海洋研究院、高雄、2022.

樊恭炬：台湾的石花菜．農業知識入口網、Vol.4. No. 1 、 7 、1943a.

樊恭炬：台湾的龍鬚菜．農業知識入口網、Vol.4. No. 2 、 9 、1943b.

樊恭炬、李偉新：紅藻生殖器官的研究　V.　内絲藻属．植物学報、12（4）：376-381（付図２）、1964.

黄秋菊、　黄登福：河魨毒及麻痺性貝毒．　麻綫性貝毒的責布粉來源．　科學發展、11：41、2007.

黄生・江永棉：台湾的淡水藻研究 (I)．台湾師範大学生物学 報 1：41-45、1986.

黄淑芳：認識藻類. 57pp. 台湾省率博物館印行、台北、1989.

黄淑芳、江永綿、王瑋龍：　台灣海藻簡介．　台湾省立博物館、1990。.

黄淑芳、鄭元春：馬祖植物圖鑑（一）．連江縣政府、1993.

黄淑芳：墾丁海藻（鄉土教学活動資源手冊）、143 pp.、屏東縣自然史教育館出版、1998.

黄淑芳：台灣東北角海藻圖録．　233 pp. 國立台湾博物館、台北、2003.

猪野俊平：海藻の発生．255 pp.　北隆館、東京、1947.

徐振豐、張睿昇、周立進、呉烈慶：澎湖的海藻與生活応用．199pp. 澎湖縣政府、2011.

川口四郎：台湾の造礁珊瑚。科学の台湾。1：1－５、２図版、1943.

柯志鴻、江姿吟、小河久朗、鄭靜怡、藍亞文、廖一久：台湾首次完成裾帯菜人工繁・養殖成功記実及其展養魚世界、45（７）：31－34、2021.

李睿航、利孟峰、鄒旻軒、李承璋、林綉美、林秀美：台湾本島硬葉馬尾藻褐藻醣膠粗萃物抗癌之研究．中国化学会誌、79：209－217、2021.

林明男：製造洋菜的原料ー龍鬚菜．豐年叢書、水産養殖 219－226、豐年社、台北、1979.

林幸助、李承録，黄衍勳、鄭恵元、載孝勳、林良瑾：波光茵－東沙海草床．　207pp. 海洋国家公園管理處、高雄、2012.

呂逸林：繽紛綺麗敵澎湖海洋世界．行政院農業委員会水産試験所　201pp., 2013.
呂玟蓉、謝邦弘、張君如、黄彦竣、林泓廷：海藻化合物減緩薬物轉運及華僑加強抗生素活性．2022 台湾藻類前瞻検討会、45-46、2022.
岡村金太郎：台灣ノてんぐさ．　植物学雑誌、29（338）：57-58、1915.
“　：台灣ノ「てんぐさ」．　水産研究誌、10（1）：36、1915.
“　：台灣産テングサ類に就いて．　日本学術協会報告、10（2）：441-443、1935
大野正夫：台湾の海藻事情．2018.
http://www.kaichurinn.com/taiwan202104.pdf
冼宜楽、鐘金水、林綉美、涂詩韻、鄭靜怡、歐麗榛、黄文卿、蔡万生：澎湖海草的分類與分布。水試専訊 34：27-31、2011a.
冼宜楽、鐘金水、黄文卿、林綉美、鄭靜怡、涂詩韻、歐麗榛：澎湖海草床基礎生態調査之研究ー結果報告．　67 pp, 行政院農業委員会水産試験所澎湖海洋生物研究中心、2011b.
徐振豐、張睿昇、周立進、呉烈慶：澎湖的海藻與生活応用．199pp．澎湖縣政府、2011a.
徐振豐、呉烈慶：藻到健康ー海藻的驚人功効．131 pp．文経家庭文庫、文経社、台北、2011b.
広瀬弘幸：藻類学総説．506pp.、内田老鶴圃新社、東京、1965.
蘇恵美：餌料生物之培養與利用．　105 pp.　台湾省水産試験所東港分所、台北、1999.
詹伊琳、呉彰哲：藻類多醣在抗病毒感染之研発．台湾藻類前瞻検討会．37-38、2022.
谷口森俊：台湾の海藻群落的研究．　三重大学教育学部研究紀要、27：51－57、1976.
蔡萬生、劉継源、林 綉美：澎湖紫菜養殖．　54 pp.　台湾省水産試験所澎湖分所、台北、1988.
蔡萬生：拓漁澎湖．409pp．澎湖縣政府、馬公市、2022.
王英栄、蘇明璁，林清菁、潘崇良：海洋細菌分離株W518　降解海藻多醣能力之初歩探検討．2012 台湾水産学会学術論文発表会論文摘要集．P89、2012.
王瑋龍：本省東海岸潮間帯藻類図鑑．124pp.、1995.
王瑋劉：藻類固碳與発電．2022 台湾藻類前瞻研討会要旨集。19－20、2022.
王瑋劉、劉少倫、李宗軒：東沙海藻生態図鑑．200pp.、海洋国家公園管理處、高雄市、2015.
王瑋劉、劉少倫、林諺伯：墾丁海藻図鑑．287pp.、墾丁国家公園管理處、屏東県、2020.
山田幸男：わが海藻研究五十年．240 pp.　山田真弓、札幌、1979.

易琮凱、張嫆欣、柯芬妮、蔡慧君：紅葡萄藻（*Botryocladia leptopoda*）胜肽於血壓調節之研究．水產研究 29: 69-80、2021.

Chang, J. and D. Tseng: Effects of recent ecological events on the distribution and growth of macroalgae in marine waters around Taiwan. Bull. Fish. Res. Agen. 32:11-11-7, 2010.

Chen, B.R., K.T. Hsu, T.L. Li, Y.L. Chan and C.J Wu: Topical application of fucoidan derived from *Cladosiphon okamuranus* alleviates atopic dermatitis symptoms through immunomodulation. Int.Immunopharmacol. 108362, 2021. doi: 10.1016/j. intimp.2021.108362., 2021.

Chen, B.R., W.M. Li, T.L.Li, Y.L. Chan and C.J. Wu: Fucoidan from *Sargassum hemiphyllum* inhibits infection and inflammation of *Helicobacter pylori*. Sci. Rep. 33: 24, 2022.

Chen, B., Y. Lu, S. Akita and D. Fujita: Phenology of the edible red alga *Eucheuma serra* (J. Agardh) J. Agardh in northern Taiwan. Aquacult. Sci., 68:121-128 , 2020.

Chen C.C., H.J. Lin. W.J. Lu, J.J. Wu, C.H. Chew, C.H. Wong, C.Y. Yang and H.T. Lin:Enhanced repeated-batch bioethanol fermentation of red seaweeds hydrolysates using microtue array membrane-encapsulated yeast. J. Bibased Mater. Bioener. 14:138-145, 2020.

Chen, H.H., A. M. Cheng, C.W. Chen, C.Y. Cheng, L.H. Chen, H. Ogawa, I C. Liao: Zygote culture and zoospore release experiment of a green seaweed *Monostroma nitidum* Wittrock (Chlorophyta) for possible mass cultivation in Taiwan. Philippine J. Nat. Sci., 24: 1-5, 2019.

Chen, Y.C., and H.C. Shih: Development of protoplasts of *Ulva fasciata* (Chlorophyta) for algal seed stock. J. Phycol. 36: 608-615, 2000.

Chiang, Y.M. : Marine algae of northern Taiwan (Cyanophyta, Phaeophyta). Taiwania 7：51－75、1960.

- : Marine algae of northern Taiwan (Rhodophyta). Taiwania 8:143-165, 1962a.
- : Marine algae of collected from Penghu (Pescadores). Taiwania 8:167-180, 1962b.
- : Notes on marine algae of Taiwan. Taiwania 18:13-17, 1973a.
- : Studies on the marine flora of southern Taiwan. Bull. Jpn. Phycol. Soc. 21: 97-102, 1973b.

Chiang, Y.M. and C. Chen: The genus *Liagora* of Taiwan. Acta Oceanogr. Taiwanica13: 181-196, 1982.

Chiang, Y.M. and Y.H. Chou: Culture studies on the *Porphyra dentata* Kjellman.- Conchocelis cultivation and conditions for conchospore liberation. J. Fish. Soc. Taiwan, 5: 91-97, 1977. (in Chinese)

Chiang, Y.M. and Y.H. Chou: Studies on the free conchocelis of *Porphyra angusta* Ueda and *P. dentata* Kjellman- Influence of light and temperature on the maturation of conchosporangia and conchospore liberation. Natl. Sci. Council, monthly, ROC 8:323-328, 1980.

Chiang, Y.M. and S.H. Lin: Studies on the conchocelis of *Porphyra haitanensis* T.J. Chang et Zhen Baofu in culture. J. Fish. Soc. Taiwan 16: 189-196, 1989.

Chou, H.N. and Y.M. Chiang: Studies on align from brown algae of Taiwan. I. Estimation of yield and quality of align. Acta Oceanogr. Taiwanica 6:

135-139, 1976.
Chou, H.N. and Y.M. Chiang: Studies on align from brown algae of Taiwan. II Conditions for the extraction of align from *Sargassum cristaefolium* C. Agardh. Acta Oceanogr. Taiwanica 7: 193-199, 1977.
Chou, H.N. and Y.M. Chiang: The *Sargassum* of Taiwan. Acta Oceanogr. Taiwanica 12:132-149, 1981.
Fan, G.J., B.L. Shih, H.C. Lin, T.T. Lee, C.F. Lee and Y.F. Lin: Effect of dietary supplementation of *Sargassum* meal on laying performance and egg quality of Leghorn layers. Anim. Biosci., 34: 449-456, 2021.
Fan, K.C.: The genera *Gelidium* and *Pterocladia* of Taiwan. Taiwan Fish. Res. Inst. Lab. Bio. Rep. 2:1-22, 5 plates, 1951.
Fan, K.C.: The structure, methods of branching and tetrasporangia formation of *Caloglossa*. Taiwan Fish. Res. Inst. Lab. Bio. Rep. 4:1-16, 1952.
Huang, T.C., Y.M. Chiang, C.C. Lee, T.H. Tan and S.S. Jeng: Ecological survey on the Keelung harbor. Specia; Publ. No.3, Inst. Oceanogr. Natl. Taiwan Univ. Tech. Rep. 62pp., 1973.
Hwang, P. A., Y. L. Hung, Y. K. Tsai, S. Y. Chien and Z. L. Kong :The brown seaweed *Sargassum hemiphyllum* exhibits α-amylase and α-glucosidase inhibitory activity and enhances insulin release in vitro. Cytotec. 67: 653-660, 2015a.
Hwang, P. A., Y. L. Hung and S. Y. Chien: Inhibitory activity of *Sargassum hemiphyllum* sulfated polysaccharide in arachidonic acid-induced animal models of inflammation. J. Food Drug Anal. 23: 49-56, 2015b.
Kawaguti, S. and K. Baba: A preliminary note on a two-valved sacoglossan gastropod, *Tamanovalva limax*, n. gen., n. sp., from Tamano, Japan. Biol. J. Okayama Univ. 5: 177-184, 1959.
Kitayama, T., and S.M. Lin: Brown algae from Chaojing, Keelung City, Taiwan. Mem. Natl. Muse. Nat. Sci., 48: 149-157, 2012.
Kuan, W.H.: *Gracilaria* cultivation. China Fish. Monthly 3: 3-9, 1962.
Lewis, J. E. and J. N. Norris:A history and annotated account of the benthic marine algae of Taiwan. 38pp, Smithsonian Inst. Press, Washington D.C., 1987.
Lin, C.J., T.H. Hsu, M.C. Lee, and P.S. Kuo: Nutritional studies on microalgae as aquaculture feeds from salt pansin Taiwan. Alga Europe 2019 Conference Abstracts. 3-5, Paris, 2019.
Lin, H.T., M.Y. Huang, T.Y. Kao, W.J. Lin and C.L. Pan: Production of lactic acid from seaweed hydrolysates via lactic acid bacteria fermentation. Fermentation 6: 37-48, 2020.
Lin, S.M.: Marine benthic macroalgal flora of Taiwan. Part 1. Order Gracilariales (Rhodophyta). 50pp. National Taiwan Ocean University, 2009.
Lin, S.M.: Marine macro-algal flora of Orchid Island, Taiwan. Kuroshio Sci. 6: 129-144, 2012.
Lin, S. M., L. C. Tseng, P. O. Jr. Ang, J. Bolton and L. C. Liu: Long-term study on seasonal changes in floristic composition and structure of marine macroalgal communities along the coast of Northern Taiwan, southern East China Sea. *Mar. Biol*., **165**, 1-17, 2018.
Lu, W.J., H.J. Lin, P.H.Hsu, M. Lai, J.Y. Chiu, H.T. Lin: Brown and red seaweeds serve as potential efflux pump inhibitors for drug-resistant *Escherichia coli*. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. Article ID 1836982: 12pp (doi: 10.1155/2019/1836982), 2019.

Rodríguez-Prieto, C., O. De Clerck, T. Kitayama, T. and S.M. Lin: Systematic revision of the widespread species *Sarcodia ceylanica* (Sarcodiaceae, Rhodophyta) in the Indo-Pacific Oceans, including *S. suiae* sp. nov. Phycologia, 56: 63-76, 2016.

von Martens, G.: : Die preussische Expedition nach Ost-Asiens, Botanischer Theil. Die Tange. 152 pages, plates 1-8. Berlin: Ober-hofbuchdruckerei, R.V. Decker, 1866.

Shen, Y.F., and K.C. Fan: Marine algae of Formosa. Taiwania 1: 1-7, 1950.

Tokida, J. : On some edible seaweeds utilized among a native race "Ami" of Formosa, Collected by Mr. N. Nakanome. Botany and Zoology (Tokyo), 7:1547-1552, 1939.

Wang, J.C. and Y.M. Chiang: Notes on marine algae of Taiwan. II. The genus *Porphyra*. Taiwania 22: 105-112, 1977.

Wang, J.C. and Y.M. Chiang: Studies on the germination of carpospores and the growth of germ tubes of *Porphyra angusta* Ueda. Natl. Sci. Council. Monthly, ROC 7: 285-290, 1979.

Wang, W. L. and Y. M. Chiang (1994) Potential economic seaweeds of Hengchun Peninsula, Taiwan. Econ. Bot., **48**, 18-189.

Xie, Z.Y., S.M. Lin, L.C. Liu, P. O. Ang, and J.F. Dhyu: Genetic diversity and taxonomy of foliose Bangiales (Rhodophyta) ftom Taiwan based on *rbc*L and *cox*1 sequences. Bot. Mar., 2015. https://doi.org/10.1515/bot-2014-0063

Yang, H.N. and Y.M. Chiang: Taxonomical study on the *Gracilaria* of Taiwan. J. Fish. Soc. Taiwan 9: 55-71, 1982.

Zhan, S.H., L. Chen, C.P. Liao, C.C. Li, W.R. Chang, G.Y. Tang, C.Y. Liou, W.L. Wang, S.W. Wang and S.L. Liu: The effects of geographic distance, sedimentation, and substrate preference on cryptic crustose coralline algal assemblages in a large temperate eulittoral algal reef. Molec. Ecol. 00:1-16, DOI:10.1111/mec.16455.