

## マングローブの起源とその分布拡大 -マングローブ古植物学研究への取り組み-

向後元彦<sup>1)</sup>

### The origin of mangroves and expansion of the distribution: A trial for the mangrove paleology study.

Kogo Motohiko<sup>1)</sup>

**Abstract:** This paper is made by paleo-botanical studies since 2009 and my experiences on mangroves since 1978. The objective for the study is to explore for unknown history of mangroves from the time of appearance to present. Mangrove Associates are not inclusive in this study. Following findings or confirmations were obtained as below; (1) Paleo-botanical study on mangroves is very few, (2) Their records of fossil are also very few and almost all of them are pollen, (3) It was gotten by analysis of molecular phylogenetics classification that mangrove species belong to angiosperm except *Acrostichum*, (4) First mangroves appear in both regions of Eastern and Western Tethys Sea, about 100 million years ago, late Cretaceous, (5) At present time they are Eastern/ Western Mangroves, (6) It is interested that there are *Rhizophora* and *Avicennia* exist both regions, but the species consisted are totally different, (7) A getting a salt tolerance ability of them may be keeping since geological time, because of all lives on land come from sea, (8) The appearance of mangroves may happen in each species and at deferent geological times, (9) Mangrove fossils, but pollen, found in Japanese Archipelago at only the time of Miocene. However, it may be possible to find them before Miocene, (10) There are many Dinosaur lovers and scientists in Japan. Last dinosaurs live at the late Cretaceous as same as at the time of mangroves birth, (11) It is expected that Dinosaur lovers and mangrove scientists shake hands for searching mangrove fossil in Japan, and (12) The important Keywords for researching are three; late Cretaceous, herbivorous dinosaur and sea coast.

**Keywords:** eastern/western mangroves, evolution, fossils, origine, Japanese Archipelago

#### 1. はじめに

マングローブとの付き合いは人生の半分、40年以上になる。しかし起源や進化を考えたのはつい最近のこと。きっかけはエジプト、妻・紀代美との旅だった。

旧知の石川薫さん（駐エジプト日本大使）から手紙をもらった。「エジプトにもマングローブがあります。見にきませんか」。仲間の宮本千晴の勧めもあった。「フーダさんが今エジプト政府自然保護局長になっている。向後に会いたがっているよ」。石川さんとの付き合いは長い。40年前、ISME（国際マングローブ生態系協会）の沖縄誘致に協力してもらった。その後もいろ

いろと世話になった。しかし、なんの面識もないエジプト人がなぜほくに…？

カイロに到着して早々環境省を訪ねる。「あなたにはずっと会いたいと願っていました」。初対面の挨拶に驚かされた（図1）。理由はすぐに判明する。われわれの活動がアラビア語や英語の媒体でも報じられていたのだ。フーダさんはそれにつよく刺激されたという。

「エジプトでもマングローブ植林を始めた、是非見て欲しい」と頼まれる。無論興味はある。でも貧乏旅行の二人、懐具合を心配する。が、心配は杞憂に終わった。すべて「ご招待」とのこと。即座に航空券が手配され、翌朝、フーダ局長自らが運転するクルマでカイロ空港

<sup>1)</sup> マングローブ植林行動計画 Action for Mangrove Reforestation (ACTMANG), Nakano, Tokyo 164-0012, Japan. E-mail: moto3@kfa.biglobe.ne.jp

まで送ってくれる。行先は紅海岸、カイロから789 km南東。マルサアラム空港では迎いのクルマが待っていた。案内されたのは貧乏人には縁がないバンガロー風の豪華なホテル。紅海のダイビングを長期楽しむ金持ちたちが宿泊客のようだ。翌日、ホテルのオーナー自らがマングローブ植林地を案内してくれた。どうやら私たち夫婦は、エジプト政府の賓客扱いになっていたようだ。

マングローブの古植物学にのめり込むのは、そのあとのことである。カイロにもどりワーディー・アル・ヒターン Wadi al Hitan (アラビア語で「クジラの谷」)を訪れることになった。『地球の歩き方』によれば、そこはユネスコ世界遺産。始新世の原始クジラの化石とともにマングローブ化石もあるらしい。クジラとマングローブの化石…、おもしろそうだ。

運転手付きのクルマが用意され、再び賓客扱いの旅になる。目的地はクフ王のピラミッドを通り越し、カイロの南南西150kmほどの近さである。しかし、予想と違い、まったく異質の世界が待っていた。赤茶けた、草木一つない砂漠、風化した岩山が点在する。火星の大地を思わせた(図2)。

テントで泊まった一夜は、思いもかけない“フェネック”(サンテクジュベリ『星の王子さま』で知られる)の歓迎をうける(図3)。マングローブ根系化石は案内にあるものだけでなく、背後の丘にはマングローブ根系化石の地層が長くつづく(図4, 5)。想像以上に広く分布しているようだ。

近隣のクアトラニ Quatrani では、埋もれた珪化木の森に驚かされた(図6)。ほとんど調査はされていないという。ワーディ・ラヤンの湖畔では考古学省・環境省合同の調査キャンプにも参加させてもらった。この一帯は古生物学だけでなく考古学の宝庫でもあるら

しい。

帰国後、木崎甲子郎さん(琉球大学名誉教授)を訪ねた。南極・ヒマラヤの研究で知られる地理学者だ。木崎さんはわれわれの訪問を「テチス海断想」(木崎, 2009)で書いている。

「2009年秋の1日、古い友人の向後元彦夫妻が訪ねてきた。(中略)この古第三紀にテチス海(テチスの表記が一般的)は日本南部から中国南部、ヒマラヤ、中東を経て現在の地中海にまで及んでいた。それはサハラ砂漠北部にまで広がっていて、その潮間帯にマングローブの林があったのだ。」

ヒマラヤは、登山に熱中していた若いころ、わたしのすべてだった(向後, 1964)。木崎さんの指摘でヒマラヤと“砂漠のマングローブ”がつながる。マングローブ古植物学への関心が決定的なものとなった。それから十余年、マングローブ古生物学の旅が続くことになる。



図1 フーダ博士と著者(カイロ, 2009年5月)  
Fig. 1 Prof. Dr. M. Fouda and the author (Cairo, May 2009).



図2 ワーディー・アル・ヒターンの衛星画像(Google Earth)。A: 位置図(画像取得日:2006年12月31日)、B:拡大図(画像取得日:2005年11月22日)

Fig. 2 Satellite images of Wadi al Hitan by Google Earth. A: location (Shooting date: December 31, 2006) and B: Enlarged view (Shooting date: November 22, 2005).

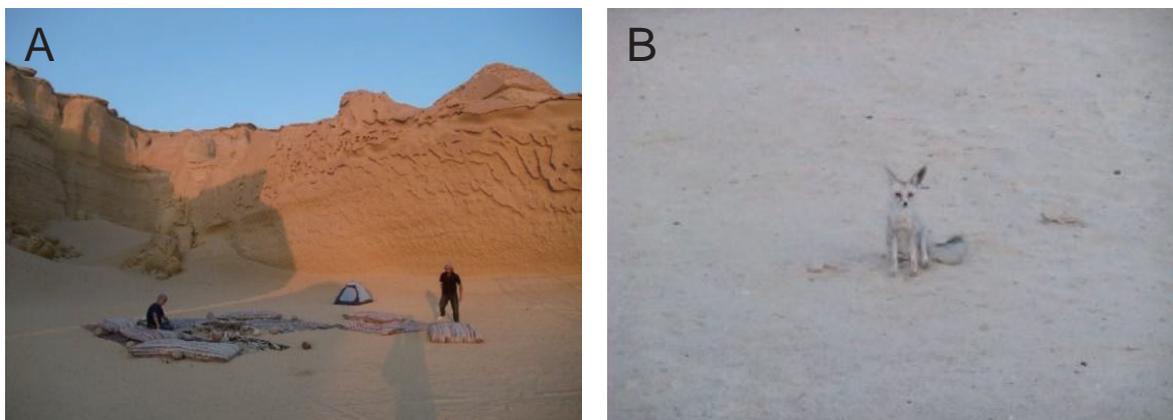


図3 著者らが野営した砂漠 (2009年5月)。A: ワーディー・アル・ヒターンの野営地, B: サンテクジュベリ『星の王子さま』で知られる“フェネック”の訪問  
 Fig. 3 Kiyomi and I spent an over-night in the desert (May 2009). A: Camp site at Wadi al Hitan and B: Fennec the animal well known in Antoine de Saint-Exupéry's “The Little Prince”.

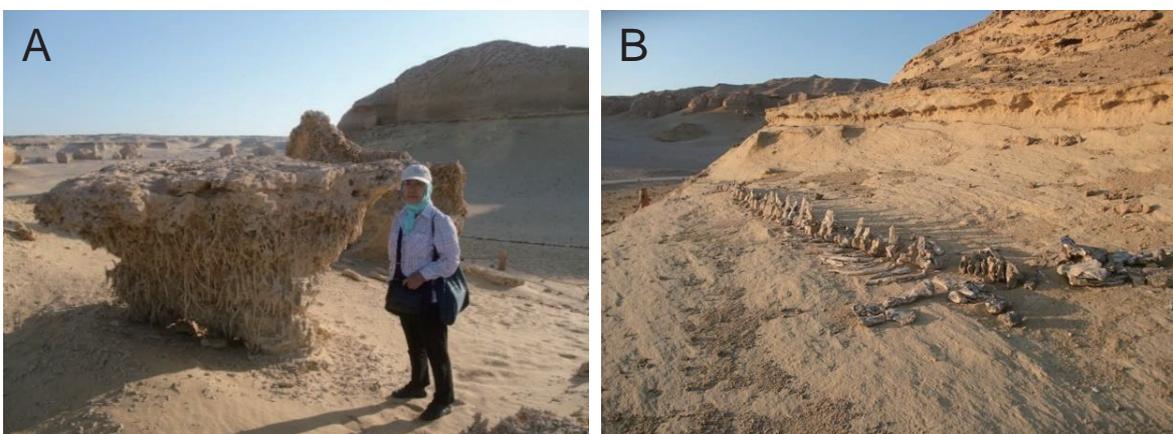


図4 ワーディー・アル・ヒタンで見られる始新世の化石 (2009年5月)。A: 上部から落下したマングローブ根系化石, B: クジラの骨格化石  
 Fig. 4 Eocene fossils found at Wadi al Hitan (May 2009). A: The fossil of mangrove root system fallen from the upper and B: The fossil of ancient whale skeleton.

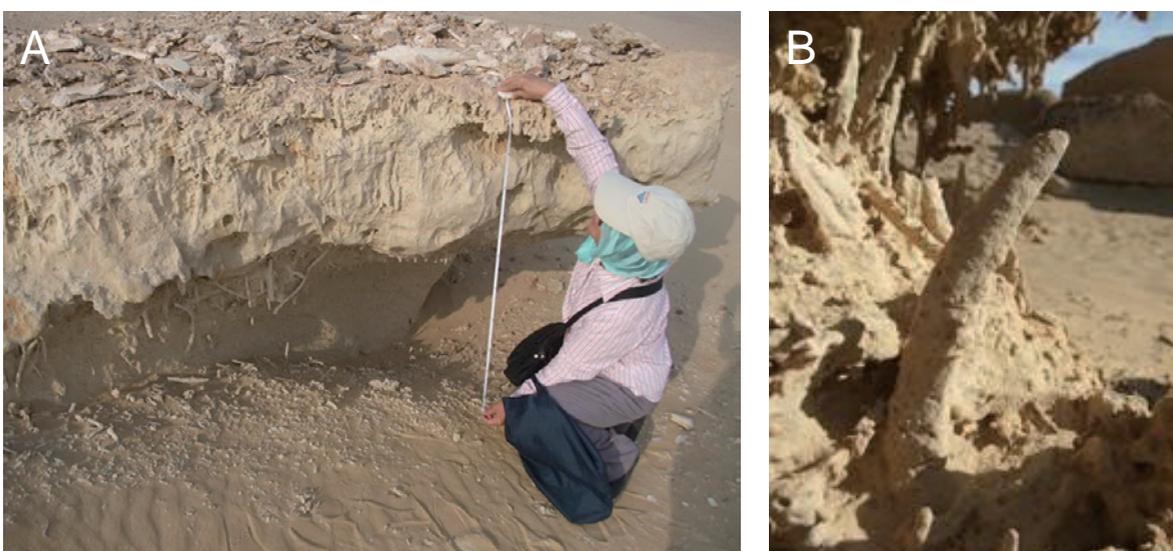


図5 ワーディー・アル・ヒタンのマングローブ根系化石が見られる地層 (2009年5月)。A: マングローブ根系化石露頭, B: *Avicennia* の地上根と思われる化石  
 Fig. 5 The layer with mangrove root system fossils at Wadi al Hitan (May 2009). A: A mangrove fossil outcrop and B: Possibly above-ground roots of *Avicennia*.



図6 ワーディー・アル・ヒターン近隣のクアトラニでみられた化石木と動物化石 (2009年5月)。A: クアトラニへの途上でみられた化石林, B: クアトラニの珪化木, C: 未同定の動物化石

Fig. 6 Fossilized trees and animal bone fossils found at Qatarani, near Wadi al Hitan (May 2009). A and B: Fossilized trees and C: An unknown animal bone fossil.

## 2. 研究の目的と方法

### 2.1 知りたいこと, 範囲

マングローブ研究は40年以上になるが(表1, 図7), ワーディー・アル・ヒターンに行くまで起源や進化に関心が向くことはなかった。植林技術の開発やNGO活動に時間をとられ, ほかに目を向ける余裕がなかったからである。

知りたかったのは, 出現について——いつ, どこで, なぜ——, そして現在に至った道筋。素朴で単純な疑問だが, 始めてみて大変な課題であることがわかった。気が遠くなるほど長い地質時代である。次いで構成種の多さ。トムリンソン (Tomlinson, 1986) はマングローブを2つに大別した。マングローブ mangroves (16科20属54種) と準マングローブ mangrove associates (28科46属60種), 合わせると100種ほどになる。対象を絞らねばならない。時代を被子植物出現の白亜紀以降, 特徴が希薄な準マングローブは外すことにした。

### 2.2 方法1: ビギナーとして

古植物学, 進化学などは1年生からのスタートである。分からないことだらけ。西堀榮三郎さん(1903-1989)の言葉が思いだされる——「とにかく, やってみなはれ」。ホンダ自動車創立者の本田宗一郎も似たことを云った——「やってみせんで, 何がわかる」。ほくの生き方は「犬も歩けば棒にあたる」だ。まずは思いついたこと, できることから始める。

結果, 膨大な「むだ」とわずかな「収穫」を得た。「むだ」は, もちろん, 本当の「無駄」ではない。それがなければ「収穫」は期待できない。ビギナーに限らず, 研究には避けて通れない過程である。

やれること, やれないことを考えた。70歳を過ぎて, 組織から離れた。発掘や花粉/DNA分析はやりたくても無理だ。消去した結果, とった方法はつぎの4つ

が残った。

- 1) 本を読む: 専門外の分野がおおく, 理解には時間がかかる。10年後に読み直してようやく理解できたことも少なくない。ハッと気づく。大切な1行が浮かび上がってくる。  
わが家は本の洪水だ。2部屋は天井にとどく書棚がならぶ。古生物学に心を奪われてからは進化学, 地質学, 古生物学, 化石, 恐竜, さらに宇宙論までが加わった。収容の限界に達し, 本は居間にまで侵入する。買うのをひかえ, 代わって, 図書館の利用とネット情報が多くなる。情報はコピーをとる。これもまた膨大なものになり「むだ」が生産される。
- 2) 旅をする: 相棒の紀代美(地理学者)ともども共通の趣味である。とくに2009年以降は古生物学の旅が中心になる(図7)。訪れたのはエジプト西沙漠, カナダ・アラスカ, エチオピア・ダナキル砂漠, ネパール・カリガンダキ, 西オーストラリア, パルー北部とコルディエラ・ブランカなど。地表の化石採取もおこなった。
- 3) 自然史博物館: 旅先では必ず自然史博物館を訪れる。数えていないが海外は数十, 国内では八尾化石資料館(海韻館), 瑞浪市化石博物館, 豊橋市自然史博物館など。目を凝らして陳列棚のマングローブ化石をさがす。だが収穫は極めて僅かだった。マングローブ化石があったのはカイロ地質学博物館などのわずか4館だけだった。
- 4) 意見交換(肩書・所属は当時): 人見知り激しいほくは, 知らない人と話すのが苦手だ。反対に紀代美は積極的, お会いした古生物学者のほとんどは紀代美の主導である。名前を記して謝意を表したい。Dr. P. Kenrick(ロンドン自然史博物館), 藻谷亮介さん(カリフォルニア大学パークレー校), Dr. Gaurav Srivastava(ビルバル・サーニ古植物学研究所), 糸魚川淳二さん(名古屋大学名誉教授),

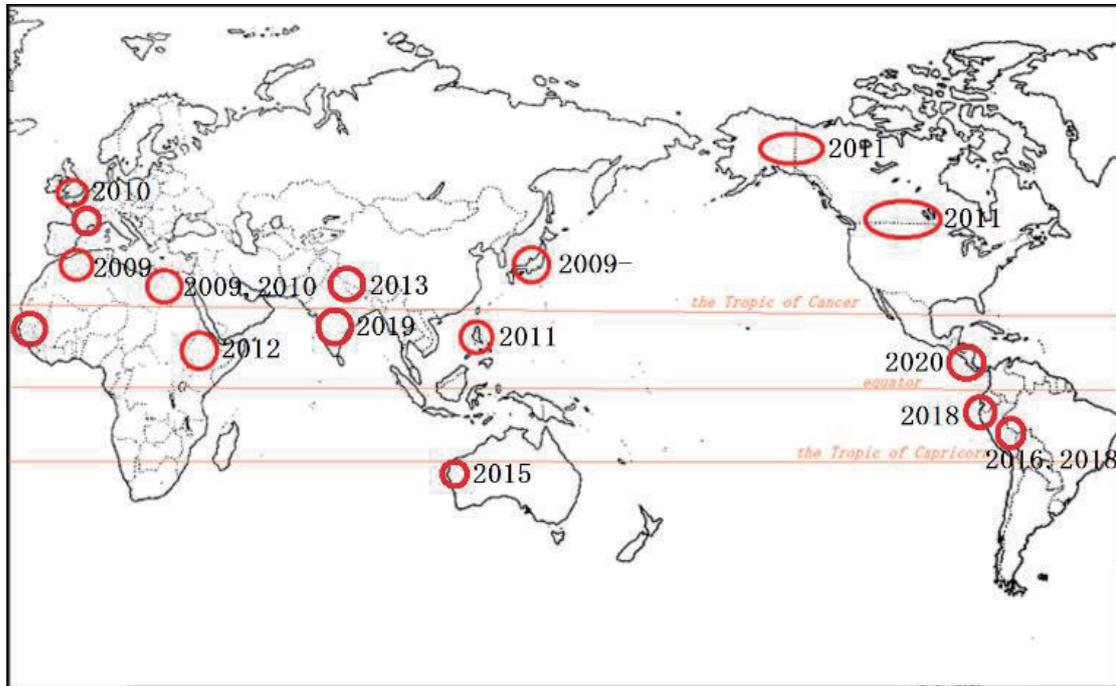


図7 古生物学研究のための訪問地 (2009 ~ 2020 年)  
 Fig. 7 Travels of Paleology, 2009-2020.

表1 「砂漠に緑を」と「マングローブ植林行動計画」の活動 (1978 ~ 2020 年)  
 Table 1 Activities of Al Gurm Research Centre / Action for Mangrove Reforestation, 1978-2020.

年	活動
1978	“株式会社 砂漠に緑を” 設立
	植栽技術の研究・開発
1980-91	カフジ (サウジアラビア) (アラビア石油による支援)
1983-88	ムバラス島 (アブダビ) (アブダビ石油からの委託)
1990-92	イラワジ河口デルタ (ミャンマー) (UNDP からの委託)
	マングローブ調査——中東地域
1978-86	クウェート, バーレーン, カタール, アラブ首長国連邦, オマーン, イラン, パキスタン, インド (中東協力センターによる支援)
	マングローブ調査——アジア・太平洋地域
1985-87	トラック諸島, インド, バングラデシュ (UNESCO/UNDP からの委託)
1992	“マングローブ植林行動計画” 設立
	NGO 活動
1993-2002	エクアドル (各種団体からの助成)
1993-	ベトナム (同上, 1999 からは東京海上日動との協働)
1999-	ミャンマー (東京海上日動との協働)

加瀬友喜さん(国立科学博物館), 西田治文さん(中央大学教授)。

なにが先でなにが後ということはない。気が向いたとき、必要と感じたときにやればよい。なにせ老後の楽しみなのだから…。

### 2.3 方法2: 斉一説

「犬も歩けば棒にあたる」時代をすぎて、斉一説 uniformitarianism にたどりつく。これは一言でいえば「現在は過去を解く鍵」という考え方。化石記録のほとんどが花粉だから、地質時代のマングローブを知るには現生からの推理が重要なのだ。

古生物学は1年生だが、現生マングローブは違う(表1)。とくにカフジ(サウジアラビア)の植栽試験から多くを学んだ(向後, 1988)。最悪の生育環境だったが、後で気づく。植物生理を知るには、そこに優る試験地はなかったのだ。リトマス試験紙で酸性・アルカリ性がわかるように、マングローブは、過酷な自然条件——高塩分、土壤水分、夏の高温、冬の低温、強風、波——に反応した。

世界各地を訪れ、ちがう生育環境のマングローブも知った(図8)。知識は体験に裏付けされ、斉一説からのアプローチができるようになる。

## 3. マングローブ化石を求めて

### 3.1 再度エジプトへ

2010年、ふたたびエジプトを訪れる。こんどは仲間を声をかけた。興味深いフィールドを見せたかったからである。一行7名の顔ぶれは三輪主彦(地学, 元高校教員), 富田京一(恐竜学, フリー研究者), 山田勇(森林生態学, 京大名誉教授), 縄田浩史(文化人類学, 総合地球環境学研究所=地球研), 石山俊(文化人類学, 地球研), 紀代美(地理学, 元大学教員)とわたし。カイロで集合し、そしてカイロで解散した。ワーディ・アル・ヒタンでは石川大使夫妻, 大使館員と家族, フード環境省局長が応援に来てくれた。

今回もフードさんから特別の計らいをうける。全行程環境省職員の同伴, 調査地では現地を熟知する駐在研究者が調査に加わってくれた。

先回行けなかったバハリアから調査をはじめ。カイロの南西200km, クルマで5時間ほどの距離。途中、早くも珪化木の倒木を見つけて喜んだ。残念ながら、マングローブではなかったが、かつて、不毛の砂漠が緑豊かな森林だったことがわかった。

### 3.2 恐竜はマングローブを食べたか?

バハリアは巨大恐竜の化石で知られる。1911年、ドイツの古生物学者エルンスト・シュトロマー(1870-

1952)が発見したスピノサウルス(推定全長14メートル, 体重7.4トン), それから90年後(2000年), アメリカの若い研究者からなる調査隊が発見したパラリティタン(推定体長26メートル, 体重59トン, 地球史上2番目に大きいとされる)である(図9A)。パラリティタンの *Paralititan* は“海辺の巨人”(ナスダーフト・スミス, 2003)。この一帯もワディ・アル・ヒタンにつながるテチス海の手前だったのだ。

特筆すべきは、アメリカ隊のケン・ラコパラの「発見」である。この恐竜はマングローブを食べていた、という。ただしラコパラがいうマングローブはウェイチセリア, 潮間帯でそだつ木性シダである。現生マングローブとは違う。

パラリティタンの化石が発見されたのは、ゲベル・エル・ディストの丘(図9B)。歩き回った収穫はヒルギダマシ属の気根とおぼしき化石の発見である(図9C)。もしそうであれば恐竜はヒルギダマシを食べていたことになる。アラビアでみたヒルギダマシを食うラクダとイメージが重なる(図9D)。

さらなる発見を求めて草木一つない沙漠を四輪駆動車で走りまわった(図10A)。案内役の現地研究者の記憶も定かではない。苦勞してさがしあてた場所はバハリアの南端, なんとそこは化石の宝庫だった。崖下には多種の植物化石がころがっていた(図10B,C)。わずかだがヒルギダマシの根らしい化石の断片もあった(図10D)。詳しい調査が行われれば, かならずや白亜紀後期のマングローブの地層が見つかる筈だ。期待しよう。

### 3.3 アンデスの恐竜

ペルーには2回でかけた。アンデス(コルディエラ・ブランカ)の氷雪の山々や高山植物を楽しみにいったのだが(図11A), 思いがけない収穫があった。恐竜化石である。

多少お金がかかったが、タクシーを丸1日チャーターして見に行った。垂直に切り立った岩壁にいくつもの足跡が残っていた(図11B)。案内板に恐竜の名前が書かれていた。*Teropodos gigantes*。gigantes ということからは巨大なやつなのだろう。

もう1か所は氷河湖のほとりにあった(図11C)。こちらは氷河見物のバス・ツアーで行けた。化石発見地をしめす案内板にはこう書かれていた。「標高4,600メートル, 世界でもっとも高い恐竜化石の発見地」。寒い。パストルリ氷河が間近に迫っていた。

恐竜の生息していた時代, そこは熱帯の平地だった。案内板には数種の恐竜の絵があった。ティラノサウルスのような獣脚類肉食恐竜やパラリティタンのような草食竜脚類がいたらしい。

南米にも多くの恐竜が棲息していた。草食恐竜アンデサウルスの仲間であるアルゼンチノサウルスは有名



図8 著者らのマングローブプロジェクトと調査活動 (1978 ~ 2020 年)

Fig. 8 Our activities on mangroves, 1978-2020.

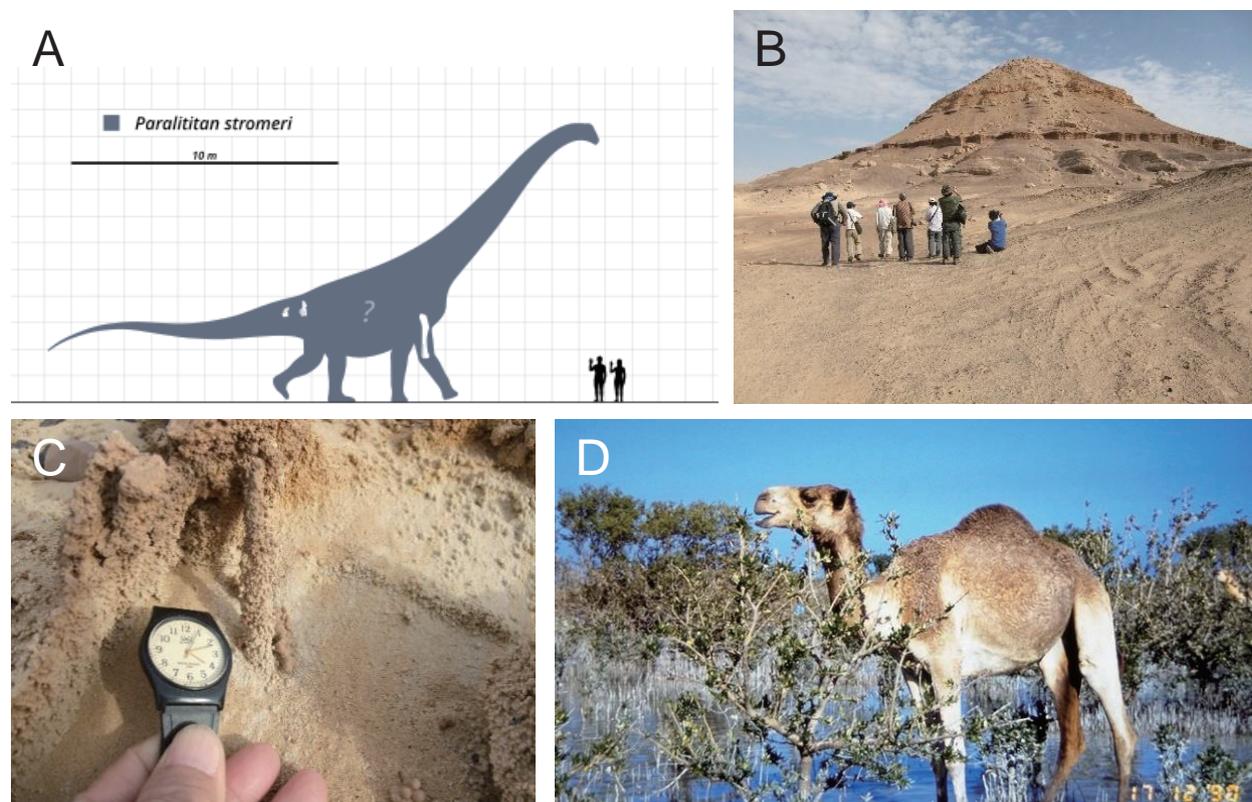


図9 パラリティアンの化石が発見されたゲベル・エル・ディストの丘にて (2010年3月)。A: パラリティアンの想像図 (出典: Wikipedi 英語版: <https://en.wikipedia.org/wiki/Paralititan>), B: パラリティアンの化石が発見されたゲベル・エル・ディストの丘, C: ヒルギダマシ属の気根と思われる化石, D: ヒルギダマシの葉を食むラクダ (カタール, 1990年12月17日須田清治撮影)

Fig. 9 At Gebel el Disto in March 2010, where the Paralytitan fossil was found. A: *Paralititan stromeri* in image from Wikipedi (<https://en.wikipedia.org/wiki/Paralititan>), B: The fossils of *Paralititan* found in the area, C: Possible *Avicennia* aerial root, and D: The camel feeding leaves of *Avicennia*, Qatar (@ S. Suda).



図 10 バハリア南部での調査 (2010 年 3 月)。A: 4WD 車による砂漠での調査, B: 睡蓮の葉の化石, C: 未知の果実化石, D: ヒルギダマシの根と思われる化石

**Fig. 10** At the southern Baharia in March 2010. A: The desert exploring by 4WD cars, B: Fossil of water lily leaf, C: Fossil of unknown fruit, and D: Possible the fossil of *Avicennia* roots.



図 11 ペルーでの旅 (ワスカラン国立公園, 2010 年 3 月)。A: ペルー最高峰ワスカラン (6,768m), B: 岩壁に残る恐竜の足跡, C: 恐竜化石発見地

**Fig. 11** Travel in Peru (Huascarán National Park, March 2010) A: Huascarán 6,768m, the highest mountain in Paru, B: Foot print of dinosaur on the rock wall, and C: The site of Dinosaurs fossils discovered.

だ。全長 33～41 メートル，体重 75～90 トン，生息していた時代は白亜紀前期～後期（1 億 4,500 万～6,600 万年前）だという。そこが海辺であったなら，恐竜はマングローブを食べていた筈だ。アラビアではヒルギダマシを食べるラクダを何回もみている。けたはずれの巨大恐竜の餌場だったマングローブ域は，想像もできないほど広大だったに違いない。

ペルーでは佐藤敬（農大探検部の後輩）の世話になった。彼は学生時代アンデスの登山をしてこの国が気に入る，その後ずっと住んでいる。彼の協力を得て，地質図からさがした始新世の地層をのこす土地も訪れることができた。たくさんの小さな貝化石やヒルギダマシ属の根と思しき化石が見つかる。大きなカキ殻化石はエジプトの「クジラの谷」のそれとそっくりだ。でも，そこまでが「古生物学 1 年生」の限界だった。

### 3.4 世界へ：自然史博物館

わかったのは，マングローブが人気者ではないということである。どこにも恐竜の展示はあったが，マングローブはわずか 4 館にあったにすぎない。それらは，パリ自然史博物館のニッパヤシ属果実（図 12），インド・ラクノウにあるビルバル・サーニ古植物学研究所のニッパヤシ属果実（図 13），カイロ地質学博物館のヒルギダマシ属の葉印象化石（図 14），ロンドン自然史博物館（図 15）であった。

幸運だったのは，ビルバル・サーニ古植物学研究所の新生代研究室。アッサム州で発掘したニッパヤシ属果実化石とハマザクロ属の葉印象化石を見せてもらった。ロンドン自然史博物館では，紀代美の粘り強い交渉が功を奏した。一般人は入れない資料室で，ロンドンクレイ出土のコヒルギ属胎生種子を見せてもらった（図 15）。



図 12 パリ自然史博物館（2017 年 8 月）。A：博物館入口，B：ニッパの果実化石

Fig. 12 Visit the natural history museum in Paris (August 2017) A: at the entrance. B: fossil of *Nypa* fruit.



図 13 インドビルバル・サーニ古植物学研究所（2019 年 2 月）。A：BSIP 玄関のロゴ，B：中新世のニッパヤシ属の果実化石，C：ハマザクロ属の葉化石

Fig. 13 Visit the Birbal Sahni Institute of Paleobotany in India (February 2019). A: A BSIP logo, B: fossil of *Nypa* fruit in Miocene, and C: Fossil of *Sonneratia* leaf.



図 14 エジプト、カイロの地質学博物館 (2010 年 3 月)。A: 博物館職員, B: 恐竜化石, C: ヒルギダマシの葉化石

Fig. 14 Visit the Geological Museum in Cairo, Egypt (March 2010). A: Staff of the museum, B: fossils of dinosaur (*Paralititan stromeri*), and C: Fossil of *Avicennia* leaf.



図 15 ロンドン自然史博物館 (2010 年 3 月)。A: 案内してくれたケンリック博士, B: コヒルギ属の胎生種子化石

Fig. 15 Visit the Natural History Museum in London (March 2010). A: Dr. Kenrick was guided us and B: *Ceriops* hypocotyls were kept in the bottle.

## 4. マングローブの起源

### 4.1 いつ? : 分子系統学から

手始めにヨーン (2013) を読んだ。「分子生物学とは、分類とはなにか」を知るためである。本の帯にはこう書かれていた。「魚」は存在しない? —天才リンネから始まった生物分類学は、20 世紀後半「魚は存在しない」との結論に至った。なぜ? そこには科学と感覚の間の抗争があったからだ。

おもしろかった。181 頁をいっきに読んだ。でも、わかったのは分子生物学が“環世界”に逆らう、つまりわれわれの感覚からは理解できない、ということだった (環世界についてはユスキュル・クリサート (2005) に詳しい)。今西・柴谷 (1984) の対談で、今西もその

難解さをつぶやく。分子生物学は後期高齢者の手習いでは無理のようだ。ちなみに今西は当時 82 歳、今のわたしより若い。

大場 (2009) の『植物分類表』を手にしたのは、懐かしさからだった。むかし、某雑誌の企画で、関野吉晴をまじえ 3 人で語りあったことがある。分子系統学に基づく分類、510 頁の労作である。日本の野生種と栽培種を網羅する。Tomlinson (1986) と併せて一覧表をつくった (表 2)。

たしかに分子生物学はヨーンが云うように、おかしい。ヒルギがマメ群、ツノヤブコウジがサクラソウ科…実感がわからない。しかし、驚いたのは、マングローブの姿が見えてきたのである。ミモチシダを除くと、みんな被子植物。ミモチシダは被子植物よりも起源は古い (図 16)。もうひとつは、ニッパヤシ。被子植

表2 分子系統学に基づくマングローブの分類

Table 2 Classification of mangroves based on molecular genealogy.

門	綱	亜綱・類・群	目	科	マングローブ (属)	(種数)			
真葉植物	シダ類	—	ウラボシ	イノモトソウ	ミミモチシダ	3			
	裸子植物	—	—	—	—	0			
	被子植物	被子植物	単子葉類	ヤシ	ヤシ	ニッパヤシ	1		
			中核真正	ナデシコ	イソマツ	アエギアリティス	2		
			双子葉類	フトモモ	シクンシ	ラグンクラリア	1		
			バラ亜綱	バラ亜綱	バラ亜綱	バラ亜綱	ミソハギ	ミズガンピ	2
							ハマザクロ	ミズガンピ	1
							フトモモ	ハマザクロ	5
							オスボルニア	オスボルニア	1
							トウダイグサ	シマシラキ	1
							ヒルギ	オヒルギ	6
								コヒルギ	2
		メヒルギ					2		
	アオイ群	アオイ	アオイ	ヤエヤマヒルギ	8				
キク亜綱	キク亜綱	キク亜綱	キク亜綱	パンヤ	サキシマスオウノキ	3			
				センダン	カンプトステモン	1			
				ムクロジ	ホウガンヒルギ	2			
シソ群	シソ群	シソ群	シソ群	ツツジ	ペリシエラ	1			
				リンドウ	ツノヤブコウジ	2			
				アカネ	ウミマサキ	1			
				クマツツラ	ヒルギダマシ	8			

門～科は大場 (2009)、属・種数 (マングローブ) は Tomlinson (1986) に基づく。ただしメヒルギ属は *Kandelia ovobata* を追加し2種とした。

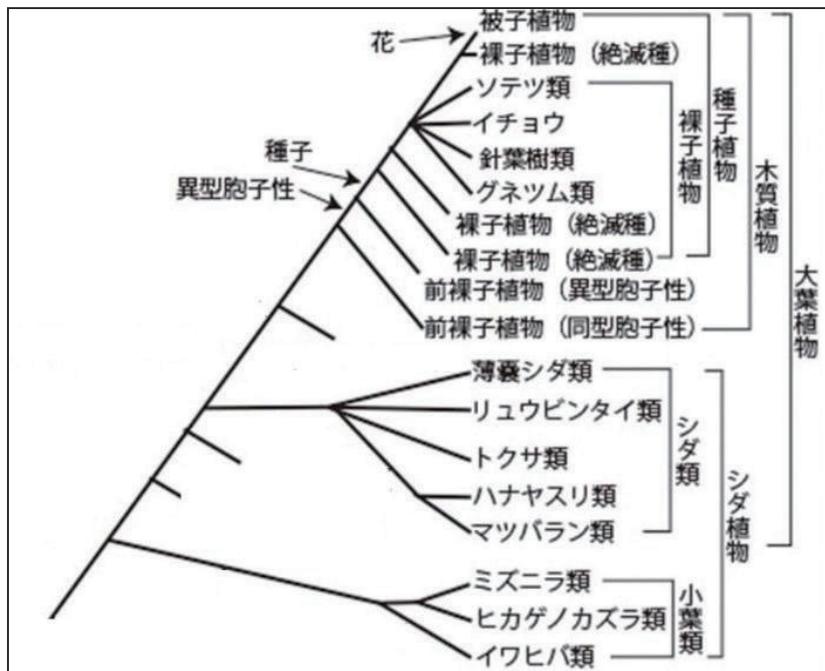


図 16 シダ植物から被子植物までの系統樹 (基礎生物学研究所 HP: [https://www.nibb.ac.jp/~evodevo/tree/02\\_02\\_land%20plants.html](https://www.nibb.ac.jp/~evodevo/tree/02_02_land%20plants.html) の一部を使用)

Fig. 16 Phylogenetic tree, from Polypodiopsida to Angiosperms (Modified from the figure on the web page of the National Institute for Basic Biology).

物ではあるが、唯一の単子葉類。だからイネ科のタケと同じく「草本」なのだ。木本と定義するマングローブとは違う。したがって、すべてのマングローブは被子植物と言ってもよい。故に、マングローブ出現の時代は被子植物出現以降である。被子植物出現はジュラ紀末ともされるが、高橋(2006)を採用し、白亜紀とする。

興味をもったのは、ほとんどのマングローブが1属1種～3種であること。多種があるのはヤエヤマヒルギ属(8種)、オヒルギ属(6種)、ヒルギダマシ属(8種)、ハマザクロ属(5種)だけ。こうした片寄の傾向はマングローブだけでなく、一般的な生物学的特性のようだ(ラupp, 1996)。進化とも大いに関係しそうだが、それは後で検討したい。

では、1億4,500万年前から6,600万年前まで続く白亜紀のいつだったのか? 『ユネスコ文献目録発行』の白亜紀8文献のうち半分が後期と明記されている(Berry, 1914, 1919; Chandler, 1954; Van del Hammen and Wymstra, 1964)。またカイロ地質学博物館のヒルギダマシ化石は9,600万年前と明記してあった。最初のマングローブの出現は白亜紀後期、およそ1億年前頃と考えてよいだろう。

#### 4.2 出現は1回か複数回か

白亜紀から中新世までの化石記録をならべてみた(表3)。暁新世はニッパヤシだけ、つぎの時代の始新世で劇的に増える。化石記録が乏しいマングローブとはいえ、なにか意味があると考えざるを得ない。

フィリッピンでお会いした加瀬友喜さん(古生物学, 国立科学博物館)から、マングローブに限らず、K-Pg境界大量絶滅によって暁新世の化石記録がきわめて乏しいことを教えられた。改めて暁新世と始新世の変化を考える。マングローブの出現が複数回だったと考えてよいのではないか。また別の視点からも同じ推定が導かれる。マングローブ全種が同時代(白亜紀後期)に出現し、イチョウのような「生きた化石」状態で、1億年の歴史をたどった、とは考えにくい。複数回出現に軍配をあげよう。中新世の化石記録の多さは別の理由があるが、後の章で検討する。

#### 4.3 なにが原因で…

ある時、ある植物が、海水で生育できるようになった。マングローブである。なにが原因でこの変化が起きたのか。斉一説で謎は解けない。

海水準変化に注目した。白亜紀から古第三紀にかけて海水準が非常に高くなる。最高で現在より250メートルも高い。大海進と大海退は繰り返された。結果、地球規模の広大なニッチ(潮間帯)が生まれる。今西錦司(1902～1992)の『主体性の進化論』(今西,

1980)に従えば、異常事態を感知し、いっせいに、眠っていた耐塩性遺伝子を目覚めさせた、となる。

長い間、この考えに満足し、深く考えなかった。だが、矛盾に気がつく。被子植物は1億2,000万年で25万種に分化・進化した。それに対してマングローブはわずか50種ほど、仮説はもろくも崩れる。

「なぜ?」は子どものもつ習性であり、学問の基本でもある。しかし永遠の謎も少なくない。宇宙や生命の誕生の謎を考えるまでもないだろう。マングローブ誕生も然りなのだ。

#### 4.4 マングローブに至る道

マングローブを思わせる湿地林植生をみた(図17)。気根が目立つフロリダのヌマスギ林(図17Aの写真は小石川植物園に展示されているヌマスギの一種メキシコラクウショウ)。カリマンタンの泥炭湿地の樹々も地上根(気根・支柱根・側根)があった(図17B)。いずれも淡水湿地林だが、マングローブのような振る舞いをする。湿地で生きるための適応・進化なのだろう。マングローブと同じく陸生植物が海に向かったのがウミクサ(海草)である。一方は双子葉植物(木本)、他方は単子葉植物(草本)。その違いでウミクサはマングローブよりも沖合で生育できるようになった。

おもしろいことに気づく。海と陸を結ぶ生物界の大法則があるのだ。海で誕生した生命体が陸に上がり、やがてまた海に戻ろうとする。植物界ではマングローブ(表4)、動物界ではクジラ類(哺乳類)、ウミヘビやウミガメ(爬虫類)である。昆虫は地球上全生物の6割(100万種)とされる繁栄ぶりだが、海生がない。幼生時の食餌との関係だろう。

### 5. マングローブの進化

興味深い論文を読んだ。Raymond and Phillips(1983)は、3億年前の塩生湿地林を原初のマングローブとしたのである。巨大トンボが飛ぶ、樹高10～30mにもなるコルダボクの森。しかしコルダボクは原始裸子植物、いうまでもなく被子植物の現生マングローブとは違う。

コルダボクやシダ類は石炭になった。しかしマングローブは違う。化石記録のほとんどは花粉、そこから植物体の姿を知ることができない。斉一説、つまり現生マングローブから地質時代を考える。

#### 5.1 巨大化と矮小化

樹高が極端に違うマングローブを見た。高木はエクアドル・エスメラルダス、その原生林に10年通った。樹種は*Rhizophora harrisonii* (Tomlinson (1986)の表紙にある写真はコスタリカの同種)。その1本を藤本潔と宮城豊彦が実測した。樹高64m、世界一ノッポのマ

表3 白亜紀後期から中新世まで、世界のさまざまな場所で発見されたマングローブ化石の記録。  
**Table 3** Record of mangrove fossil found in the different sites of the world, from the late Cretaceous to Miocene.

科/属	白亜紀後期	暁新世	始新世	漸新世	中新世
クマツヅラ科					
ヒルギダマシ属	○	×	○	×	○
ヒルギ科					
ヤエヤマヒルギ属	○	×	○	○	○
オヒルギ属	×	×	○	×	○
コヒルギ属	×	×	○	×	○
メヒルギ属	×	×	×	×	○
アカネ科					
ウミマサキ属	×	×	×	×	○
トウダイグサ科					
シマシラキ属	×	×	×	×	○
ハマザクロ科					
ハマザクロ属	×	×	○	○	○
ヤシ科					
ニッパヤシ属	○	○	○	×	○
シクンシ科					
コノカルプス属	○	×	○	×	○
テトラメルスタ科					
ペリシエラ属	○	×	○	○	○
シクンシ科					
ラグンクラリア属	×	×	○	×	○
イノモトソウ科					
ミミモチンダ属	×	×	○	×	○

○：化石記録あり ×：なし。 資料：Rollet (1981) , Tsuda *et al.* (1986) , Saenger and Luker (1997) , Darwish and Attia (2007) , 山野井 (2011) , Srivastava and Prasad (2019) .



図17 熱帯・亜熱帯の湿地林植生。A：メキシコラクウシヨウ (*Taxodium mucronatum*) (小石川植物園, 2017年4月), B：インドネシア、カリマンタンの熱帯湿地林 (鈴木 1997)

**Fig. 17** Swamp forest vegetations in tropics and subtropics. A: Bald cypress (*Taxodium mucronatum*) (The Koishikawa Botanical Garden, April 2017) B: Tropical peat swamp forest in Kalimantan, Indonesia (from Suzuki 1997).

表4 海から陸へ、そしてまた陸から海へ

Table 4 The steps, from sea to land and again from land to sea.

mya: 100 万年前	マングローブに至る道 海から陸へ、再び海へ
0	現生マングローブ ↑
100	マングローブの先祖 ↑海方向へ
152	熱帯湿地林 (被子植物) ↑
360	熱帯湿生植物 ↑海から陸へ
423	海生植物プランクトン

ングローブに違いない (図 18A)。出雲公三が撮影したニューギニアの高木 *Sonneratia* も想像を絶する。横に立つ子どもを物差しにして比較されたし (図 18B)。いずれも巨大化の結果と考える。マレーシア・マタンの *Avicennia* と *Rhizophora* の葉 (図 18C)。信じられないほど大きい。最適の気候、土壌がつくった作品に違いない。このような巨大化はマングローブ植物の進化の歴史の中でも見られる。*Ceriops* の胎生種子化石 (ロンドン・クレイ出土) は、現生種にくらべて極端にサイズが違う (図 19)。

巨大化に対して矮小化もある。オーストラリア北部のダーウィンには、岩盤で育ち大きさが極端に小さくなったマングローブがある (図 20)。ミャンマーの仲間ウィンマウン Win Maung は "BONSAI Mangrove" と称した。いいネーミングだ。

## 5.2 進化：斉一説から

### 1. 分布の拡大

種子はタンポポのように空を飛んだり、鳥や獣に運ばれたりもしない。海流散布だけである。それは原初の時代も変わらないだろう。

海流による種子散布は、地球レベルの分布拡大に寄

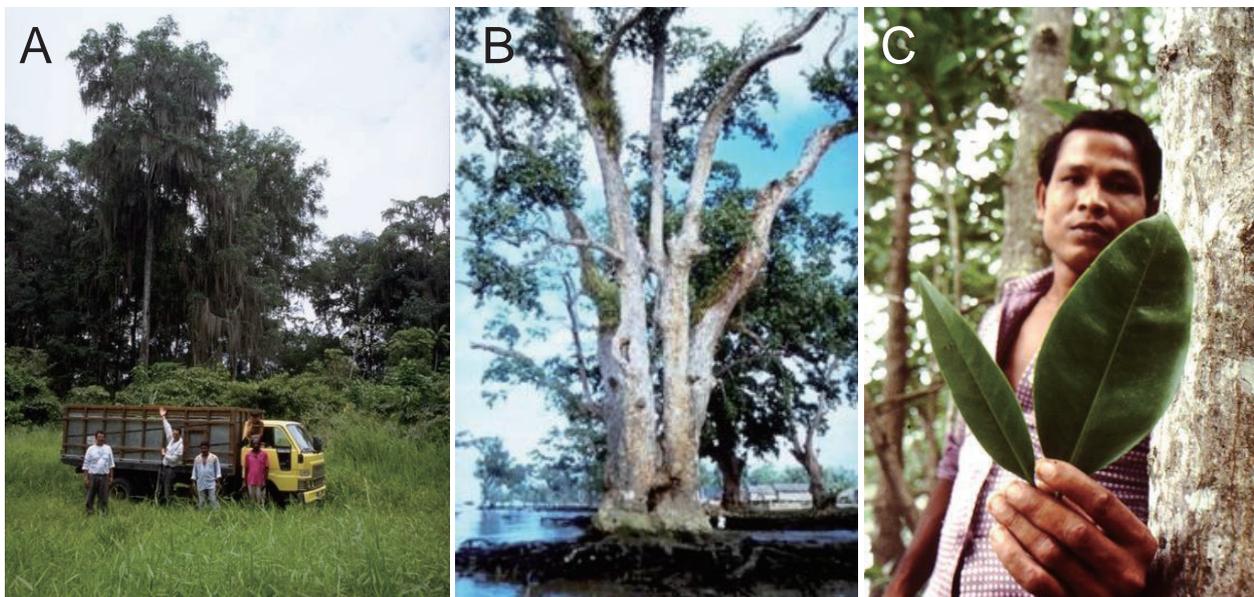


図 18 巨大化の例。A: *Rhizophora harrisonii* (エクアドル, エスメラルダス, 1994年12月), B: *Sonneratia* (ニューギニア, 撮影年月不明, 出雲公三撮影), C: 巨大化したオオバヒルギ (右) とヒルギダマシの仲間 (左) の葉 (マレーシア, マタン, 2010年5月)

**Fig.18** Examples of gigantism. A: Taller *Rhizophora harrisonii* (Esmeraldas, Ecuador, December 1994) B: Taller *Sonneratia* (New Guinea, date taken unknown, taken by K. Izumo), and C: Enlarged leaves of *Rhizophora mucronata* (right) and *Avicennia alba* (left) (Matang, Malaysia, May 2010).

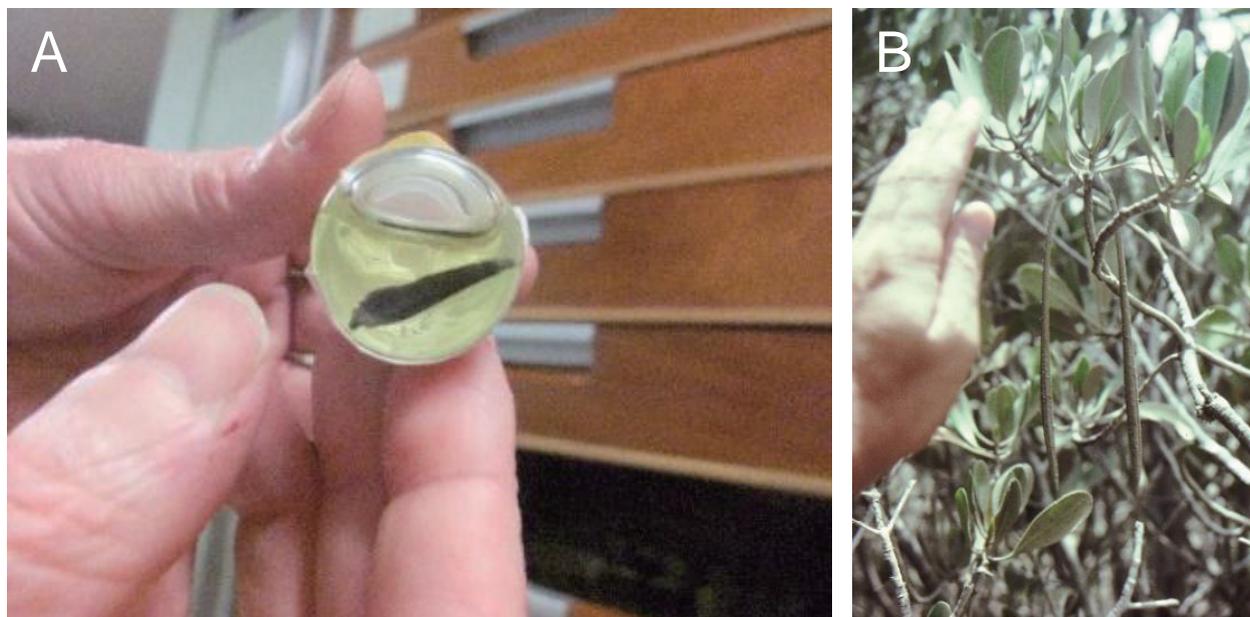


図 19 小から大への進化。 A: 始新世のロンドン・クレイから出土した *Ceriops* の胎生種子 (ロンドン自然史博物館, 2010 年 3 月), B: 現生種 *Ceriops tagal* の胎生種子 (ミャンマー, 2007 年 7 月)

**Fig. 19** Evolution from “small” to “large”. A: A propagule from the Eocene London Clay of *Ceriops* (London Natural History Museum, March 2010) and B: Propagules of the extant species *Ceriops tagal* (Myanmar, July 2007).



図 20 矮小化の例。 A: 岩盤で育つ矮小化したマングローブ (オーストラリア, ダーウィン, 2015 年 10 月), B: A の拡大写真

**Fig. 20** Examples of Dwarfism. A: Dwarfed mangroves growing on bedrock (Darwin, Australia, October 2015), B: Close-up view of A.



図 21 海流に乗って分布を広げる *Bruguiera gymnorrhiza* の胎生種子 (フィジー, 1985 年 4 月)  
**Fig.21** Propagules of *Bruguiera gymnorrhiza* spreading distribution on ocean currents (Fiji, April 1985).



図 22 種子の海流散布によって、マングローブは世界に広がった ([https://eoimages.gsfc.nasa.gov/images/imagerecords/47000/47427/global\\_tm5\\_mangroves\\_lrg.png](https://eoimages.gsfc.nasa.gov/images/imagerecords/47000/47427/global_tm5_mangroves_lrg.png) より引用, 原図: Spalding et al., 1997)

**Fig. 22** The world distribution of mangroves carried out by sea currents ([https://eoimages.gsfc.nasa.gov/images/imagerecords/47000/47427/global\\_tm5\\_mangroves\\_lrg.png](https://eoimages.gsfc.nasa.gov/images/imagerecords/47000/47427/global_tm5_mangroves_lrg.png), original drawing from Spalding et al., 1997)

与する (図 21, 22)。加えて潮汐作用によるローカルな分布拡大がある。感潮河川であれば内陸奥深くまで分布を広げる。

河口から 100km も離れたパテイン (ミャンマー・イラワジ川岸) でマングローブ (ニッパ, ヒルギダマシ, ハマザクロ) をみた。満潮時, 流れに逆行して種子が上流へ向かうのだ。1 日はとるに足りない距離だろう。しかし数百, 数千年となれば 1000km 上流でも可能になる。ニューギニアのフライ川やセピック川上流で知られるマングローブがそれだ。

## 2) 熱帯植物であること／耐寒性の取得

世界分布をみる。高緯度にくいつれて分布する種

は少なくなり, 面積も小さくなる。やがてなくなる。

北限と南限のマングローブを訪れた。北半球は鹿児島県喜入周辺である。前日, わずかだが降雪があった。北限のマングローブを実感する。種はメヒルギだけである (図 23A)。南半球, 南米太平洋岸の南限はエクアドルに近いペルーの北部, *Avicennia germinans* と *Laguncularia racemosa* の 2 種をみた (図 23B)。アフリカ大陸インド洋岸の南限は南ア共和国のニューロンドン, ヒルギダマシ 1 種だけだった (図 23C)。

原初のマングローブは熱帯環境下にあった。だがメヒルギ, ヒルギダマシ, ラグンクラリアの 3 種は耐寒性を獲得し, 高緯度まで分布を広げた。なぜこの 3 種だけだったのか。興味深い。



図 23 マングローブ分布の北限と南限。 A : (アジア北限) 鹿児島県大浦川河口のメヒルギ群落。背後はスギ・ヒノキ人工林 (2022 年 12 月), B : (南米・太平洋岸南限) ペルー北部エクアドル国境近くの *Avicennia germinans*・*Laguncularia racemosa* 群落 (2016 年 6 月), C : (アフリカ・インド洋岸南限) 南ア共和国のイーストロンドンのヒルギダマシ (2005 年 12 月)

Fig. 23 The limit of world distribution of mangroves. A: (northern limit of Asia) *Kandelia obovata* community at the mouth of the Oura River, Kagoshima (December 2022), B: (southern limit of South America) *Avicennia germinans* and *Laguncularia racemosa* community near the Ecuadorian border in northern Peru (June 2016), and C: (southern limit of Indian Ocean coast) *A. marina* in East London, Republic of South Africa (December 2005).

表 5 ワトソンの潮汐クラス表 (Port Klang, マレー半島) (Watson, 1929)

Table 5 Watson's inundation class in Port Klang, Maley Archipelago (from Watson 1929).

Inundation class	Flooded by	Height above datum line (feet)		Times flooded per month	
		From	To	From	To
1	All high tides	0	8	56	62
2	Medium high tides	8	11	45	59
3	Normal high tides	11	13	20	45
4	Spring high tides	13	15	2	20
5	Abnormal (equinoctial tides)	15	—	—	2

### 3) 湿生植物であること／地上根の発達

Watson (1929) の助けを借りるとイメージが明確になる (表 5)。トムリンソンが定義するマングローブは潮汐頻度 1 ~ 3, つまり毎日冠水する潮間帯で育つ。それに対して準マングローブは潮汐頻度 4 ~ 5 にあり, 陸生林に近いことが分かる。

マングローブの特徴のひとつ, 地上根についても考える (図 24)。その能力はいつ身につけたのか。耐塩性とと同じく, 湿地への適応と並行してあったのではないか。

### 4) 塩生植物であること／耐塩性の取得

もともとマングローブは, 淡水が好きだったのではないか。室内の植栽試験では淡水が最も育ちがよく, 塩分が濃くなるほど成長は遅かった。自然の淡水域ではマングローブを見ることがない。他の湿生植物との

競争に勝てないからだろう。進化が淡水から始まった, と考える由縁である。

現生マングローブは海水 (塩分濃度 3.5%), もしくは汽水域で育つ。だが, 植林を目指したアラビア (ペルシア) 湾岸は海水の塩分濃度が 4% を超える。そこは年間を通して流れる川がない海域だからである (トルコの山岳地帯を源とする大河シャト・アル・アラブは唯一の例外) (図 25)。最初の関門がこの高塩分の海水だった。

分布する種はアラビア湾岸ではヒルギダマシ 1 種, 紅海岸ではヒルギダマシとヤエヤマヒルギ (オオバヒルギ *Rhizophora mucronata* とされるが, 耐塩性からするとヤエヤマヒルギ *R. stylosa* と考える) の 2 種である (図 26A)。おなじ高塩分環境にあるパキスタンのミアニ・ホール (潟) では, この 2 種に加えてコヒルギ *Ceriops tagal* がみられた (図 26B)。

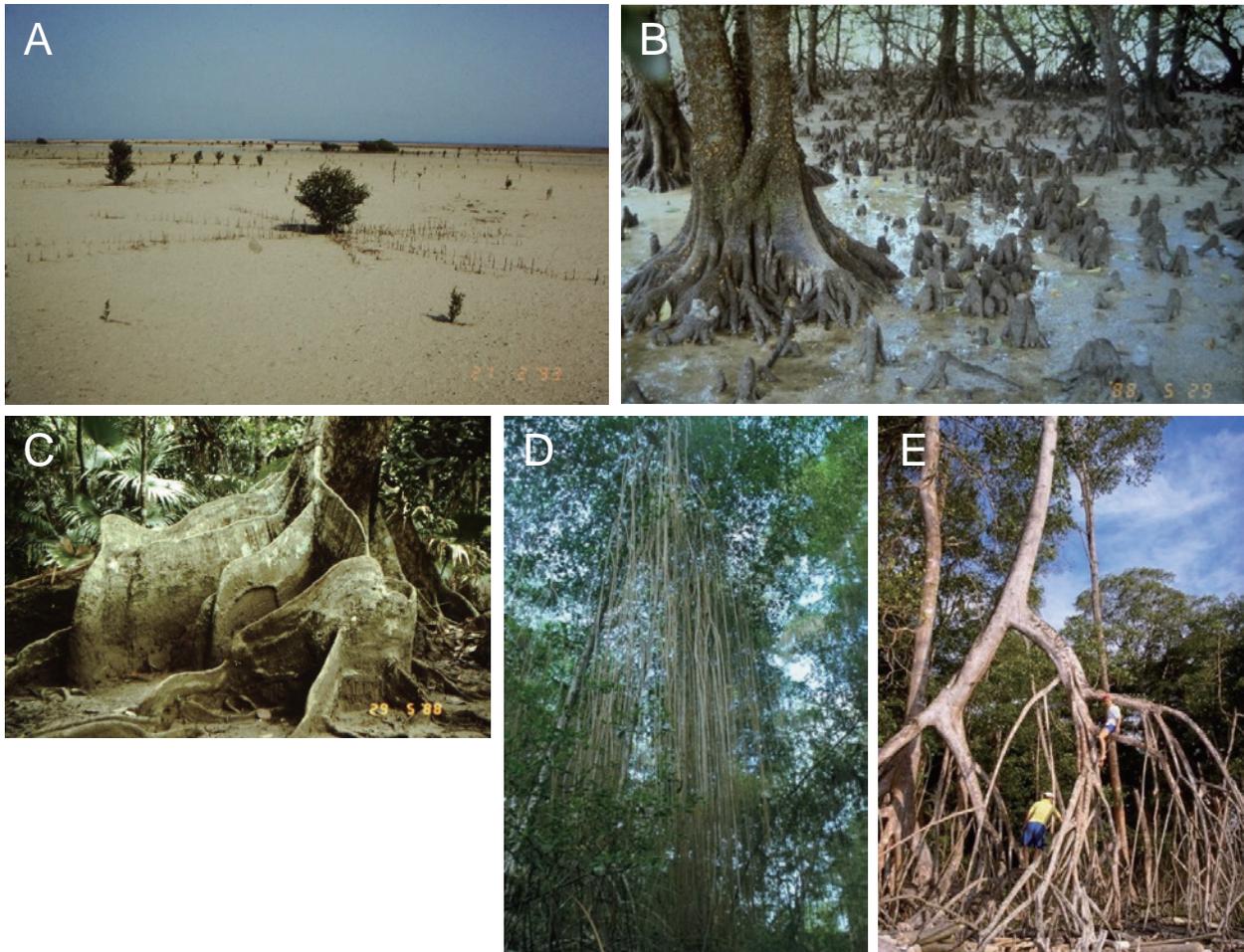


図 24 さまざまな地上根。 A: ヒルギダマシの気根 (カタール, 1993 年 2 月), B: オヒルギの膝根 (西表島, 1988 年 5 月), C: サキシマスオウノキの板根 (西表島, 1988 年 5 月), D: *Rhizophora harrisonii* の気根 (エクアドル, 1994 年 12 月), E: *R. harrisonii* の支柱根 (エクアドル, 2002 年 12 月)

Fig. 24 Various type of aboveground root system. A: Pneumatophores of *Avicennia marina* in Qatar (February 1993), B: Knee Roots of *Bruguiera gymnorrhiza* in Iriomote Island, Okinawa (May 1988), C: Buttress root of *Heritiera littoralis* in Iriomote Island, Okinawa (May 1988), D: Aerial roots of *R. harrisonii* in Ecuador (December 1994), and E: Prop roots of *R. harrisonii* in Ecuador (December 2002).

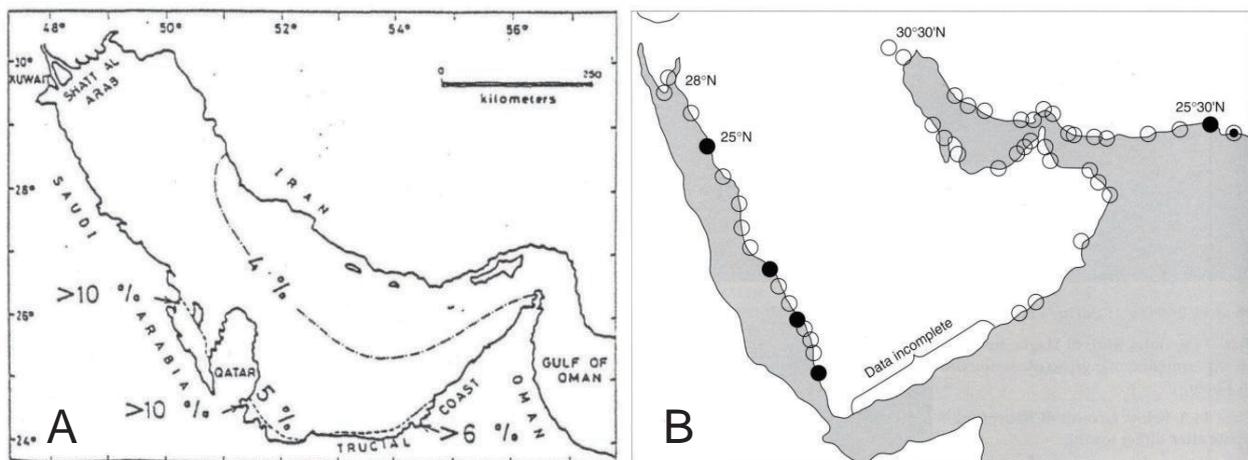


図 25 いくつかの mangrove 種は高塩分で育つ耐性を獲得した。A: アラビア (ペルシア) 湾岸の塩分濃度分布, B: 高塩分で育つ種分布 (○: *A. marina*, ●: *R. stylosa*) (Kogo and Tsuruda, 1996) .

Fig. 25 Some mangroves obtain tolerance to high salinity. A: Salinity distribution of the Arabian Gulf, B: Species distribution growing in high salinity (○: *A. marina*, ●: *R. stylosa*) (Kogo and Tsuruda, 1996).



図 26 塩分濃度 4% で育つマングローブ。A: *Avicennia marina* (カタル, 1979 年 1 月), B: *A. marina*, *Rhizophora stylosa*, *Ceriops tagal* (パキスタン・ミアニホール, 1981 年 7 月)

Fig.26 The species grow in the area 4% salinity. A: *Avicennia marina* (Qatar, January 1979), B: *A. marina*, *Rhizophora stylosa*, and *Ceriops tagal* (Miani Hor, Pakistan, July 1981).

## 6. 東マングローブと西マングローブ

### 6.1 用語について

こんなことを憶えている。英文論文で新大陸 new continent を新世界 new world に直された。前者は植民地支配を肯定するのでよろしくない、というのだ。用語の使い方に気をつけることを学んだ。

近頃よく目にする用語がある。AEP (Atlantic-East Pacific) と IWP (Indo-West Pacific)。前者は南北アメリカ・カリブ海・西アフリカ、後者は東アフリカ～東アジア・オセアニアをカバーする。トムリンソンは同じような意味合いだが、文脈によって使い分けた。新/旧世界、東/西半球、西/東マングローブ、西/東マングローブ種、西/東グループといったように…。明快である。個人的ではあるが、トムリンソンに軍配をあげた。

### 6.2 ヒストグラム

Tomlinson (1986) のヒストグラムに感心した (図 27)。地球を縦割りにし、経度 15° につき、そこに分布するマングローブ種を記載した。“東マングローブ” と “西マングローブ” が明らかになる。

2つのグループは構成種の違いだけではない。種の数も著しく違う。東マングローブ圏だけにあるのは 14 属 (*Aegicealitis* 属, ヒルギモドキ属, *Pemphis* 属, *Osbornia* 属, ハマザクロ属, シマシラキ属, オヒルギ属, コヒルギ属, メヒルギ属, サキシマスオウノキ属, *Campstemon* 属, ホーガンヒルギ属, ツノヤブコウジ属, ウミマサキ属)。それに対して西マングローブ圏は、たった 2 属 (ベリシエラ属とコノカルプス属) である。どちらにもあるのがヤエヤマヒルギ属とヒルギダマシ

属だが、種で見ると同じなのは一つもない。

### 6.3 化石記録

化石記録を地図に落とした (図 28)。わずかな数だったが、東/西マングローブの違いがはっきりと読み取れた。しかも両者のちがいは、白亜紀から現生種まで続いていたのである。

謎も少なからず、ある。いくつかを列記しよう。

- ・ニッパヤシ属：西・東マングローブ圏ともに始新世までの化石記録はあった。だが漸新世になると西マングローブ圏からは姿を消す。なぜか。
- ・ベリシエラ属：現生種の分布は中南米だけで、カリブ海と西アフリカにはない (Tomlinson, 1986) (図 29)。潮流散布能力に欠けた種と考えられる。加えてもうひとつの可能性も考えた。地質時代、アメリカ・アフリカ両大陸が分離する前に出現した、最古のマングローブ種かも知れない。
- ・ヤエヤマヒルギ属とヒルギダマシ属：東・西マングローブ圏のどちらにも分布する。しかし種レベルで見るとまったく異なる。同じ種は存在しないのだ (表 6)。なぜか。

謎解きには時間がかかるだろう。永遠に解けない謎があるかも知れない。でも、思う。謎が多いほど、今後の楽しみもたくさんあるのだ、と…。

### 6.4 Saenger and Luter 説

古植物学 1 年生だった当時、サエンジャーとルターの論考 (Saenger and Luter, 1997, 以下 S & L 説) は参考になった。しかし 10 年が過ぎて読み直すと、否定せざるを得ない部分に気づく。S & L 説を図化して説明しよう (図 30)。

致命的なのは “東・西マングローブ” に気づいてい

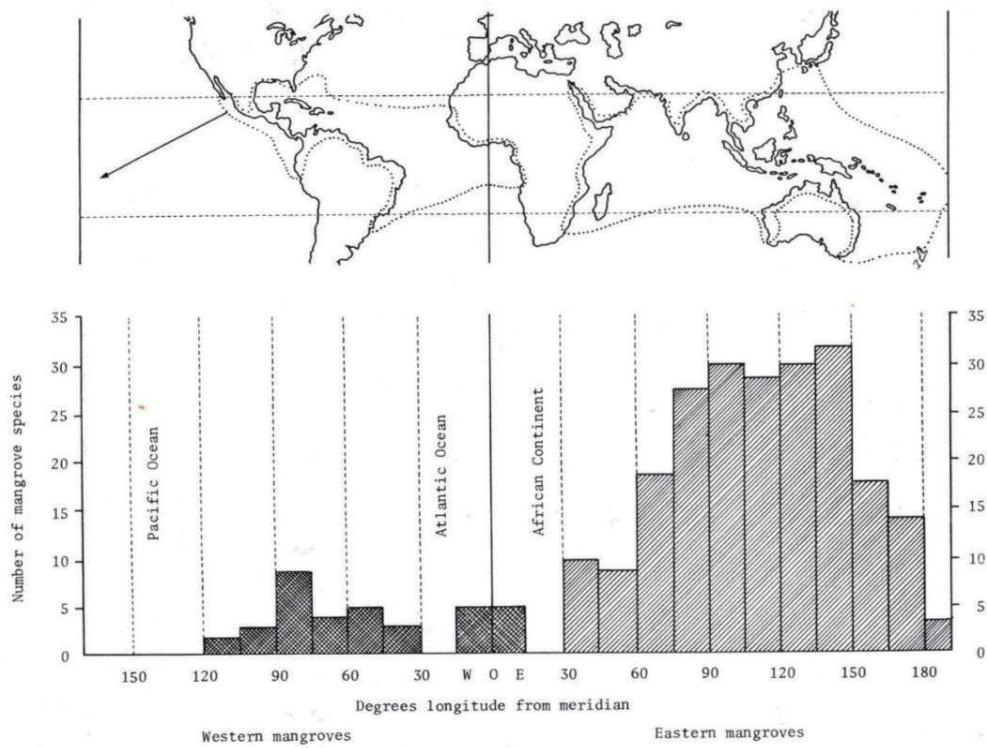


図 27 経度 15° ごとの種数変化を示したヒストグラム (Tomlinson 1986)  
 Fig. 27 Histogram showing change in number of species per 15° of longitude (from Tomlinson, 1986).

表 6 東/西マングローブ圏いずれにもみられるヒルギダマシ属とヤエヤマヒルギ属の種別分布  
 Table 6 Different species occur in *Avicennia* spp. and *Rhizophora* spp. in both the regions, Eastern and Western mangroves.

属/種	東マングローブ	西マングローブ	属/種	東マングローブ	西マングローブ
<i>Avicennia</i> (ヒルギダマシ属)			<i>Rhizophora</i> (ヤエヤマヒルギ属)		
<i>A. alba</i>	○	×	<i>R. apiculata</i>	○	×
<i>A. bicolor</i>	×	○	<i>R. harrisonii</i>	×	○
<i>A. eucalyptifolia</i>	○	×	<i>R. mangle</i>	×	○
<i>A. germinans</i>	×	○	<i>R. mucronata</i>	○	×
<i>A. lanata</i>	○	×	<i>R. racemosa</i>	×	○
<i>A. marina</i>	○	×	<i>R. stylosa</i>	○	×
<i>A. officinalis</i>	○	×	<i>R. X lamarkii</i>	○	×
<i>A. shaueriana</i>	×	○	<i>R. X selala</i>	○	×



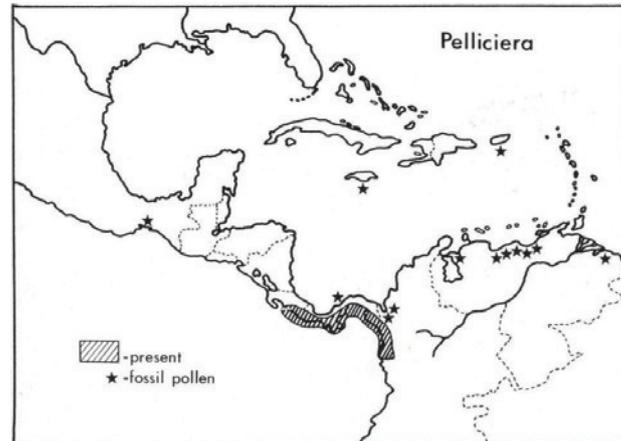


図 29 化石記録および現生の *Pelliciera rhizophoreae* 分布 (Tomlinson, 1986)

Fig. 29 Distribution of *Pelliciera rhizophoreae* in fossil pollen and present (from Tomlinson, 1986)

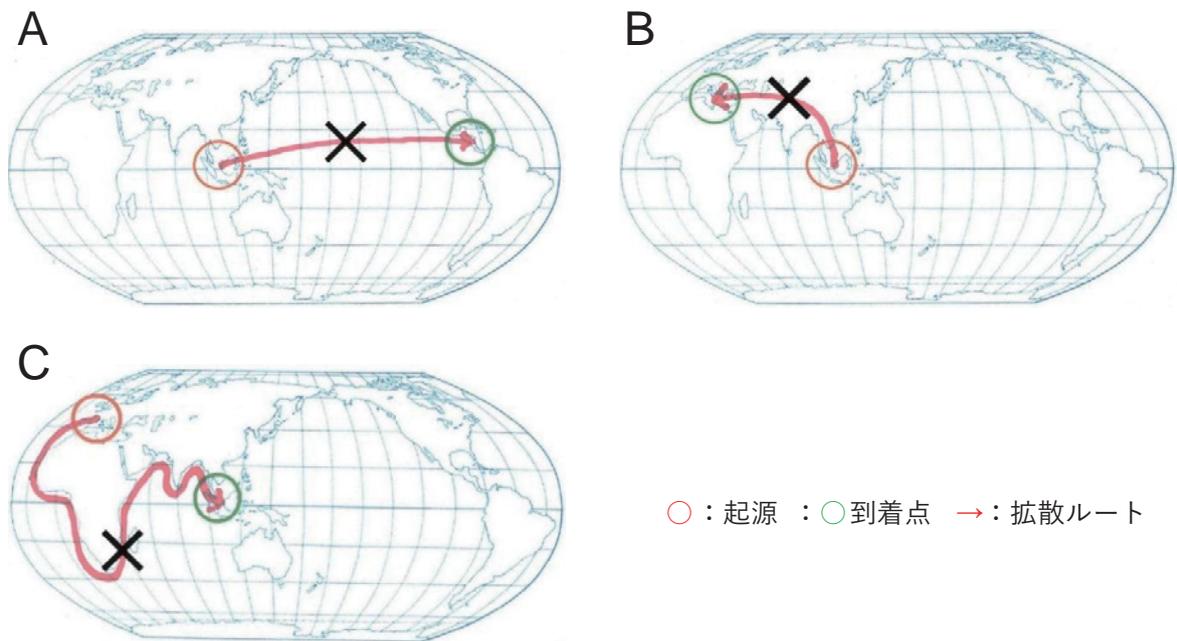


図 30 Saenger and Luter 仮説 (マングローブの拡散ルート) を否定する  
Fig. 30 Negative opinion to Saenger and Luter's hypothesis.

ないことである。したがって、S & L 説の拡散ルート (図 30) を検討するのは無意味になる。

しかしながら拡散ルートは重要なのだ。S & L 説を検討することにしたい。ルート A の太平洋横断はいかなる時代でも不可能だ (理由はつぎの項で述べる)。ルート B はテチス海が閉じる古第三紀までは可能と考える。ルート C は寒冷化がおきる第四紀更新世に入るまで

(258 万年前) は可能だったろう。

### 6.5 *Rhizophora mangle* は太平洋横断ができたか?

トムリンソンを悩ましたのが *Rhizophora samoensis* である。どうみても *R. mangle* (西マングローブ) に見えるにもかかわらず、東マングローブ圏の南西太平洋諸島に分布する (図 31)。トムリンソンは疑問符を

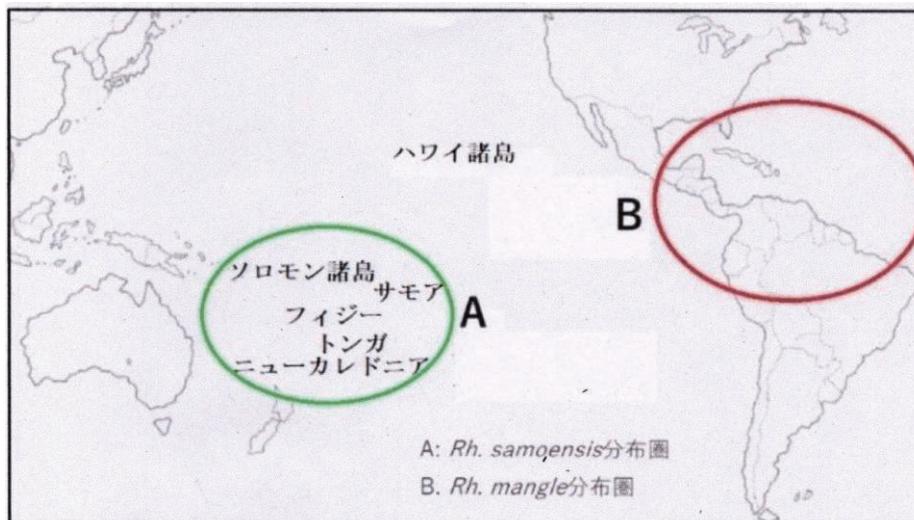


図 31 *Rhizophora samoensis* (A ○) と *Rhizophora mangle* (B ○) の分布域。両者の間に広大な太平洋がある。

Fig.31 Distribution areas of *Rhizophora samoensis* (A ○) and *Rhizophora mangle* (B ○). There is a very wide ocean between the areas.

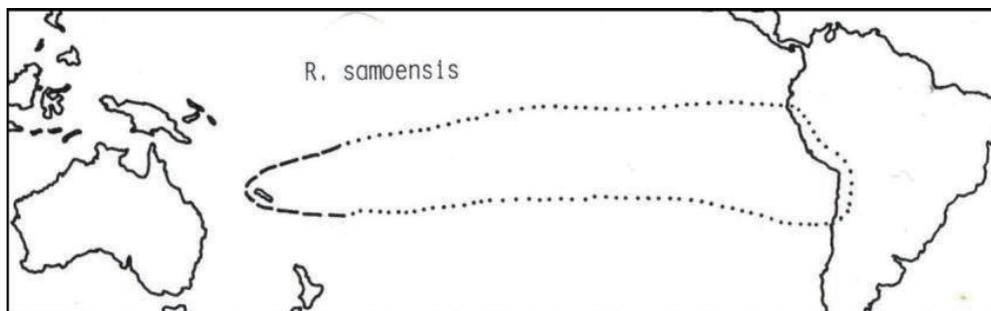


図 32 *Rhizophora samoensis* の南米起源仮説 (Tomlinson, 1986)

Fig.32 Hypothesis for origin of *Rhizophora samoensis* (from Tomlinson, 1986).

つけて南西太平洋諸島と南米とをむすんだ (図 32)。

近年、遺伝子解析により *R. samoensis* と *R. mangle* が同一種であることが明らかにされた。同時にその *R. mangle* は南米から太平洋を渡ったとの結論もだされた (Takayama et al., 2021)。

問題なのは“太平洋横断”である。それが不可能なのは、いくつもの事例から証明できる。ひとつはハワイ諸島。マングローブがある中南米からも東南アジアからも遠い。「中継基地」となる島もない。海流はマングローブ分布北限を一旦超えて南下してくる (図 33)。海流散布の種子は、長期漂流の発芽能力限界を超えていた。

もう一つの事例を示す。ニューギニアとオーストラリア北部 (マングローブの種類がもっとも多い) から離れるほど分布する種類が少なくなる。クック諸島か

ら先にマングローブはない。分布拡大は距離が強く関係するのだ (図 34)。

別の角度から考えてみる。むかし、トラック諸島での経験を思いだす。島民にマングローブ植林の利点について話をした。浸食防止やら魚が増えることを感心して聞いてくれた。翌朝、驚いたことに、彼らの小舟にオオバヒルギの胎生種子が山ほど積まれていたのだ。これから行く無人の小島に植えるのだという。有用とわかれば、人の手でいくらでも分布は広がる。トウモロコシ、馬鈴薯、トマト、米、麦…、事例はいくらでも見つかる (中尾, 1966)。ハワイのマングローブも有用と認められ、100 年前に人の手で植えられた。*Rhizophora* はフロリダ、*Bruguiera* はフィリピンからだという。

南西太平洋諸島の *R. mangle* は、米領サモアあたり

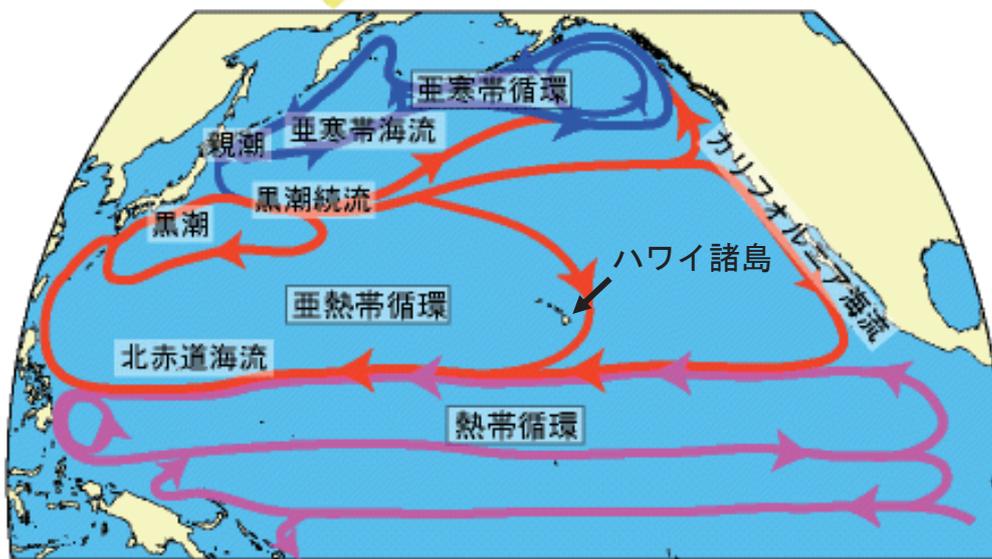


図 33 北太平洋の海流 (出典: 気象庁 HP: 海洋の循環 <https://www.data.jma.go.jp/kaiyou/db/obs/knowledge/circulation.html>) とハワイ諸島。

Fig. 33 North Pacific Ocean Currents (from the web page of Japan Meteorological Agency) and the Hawaiian Islands.

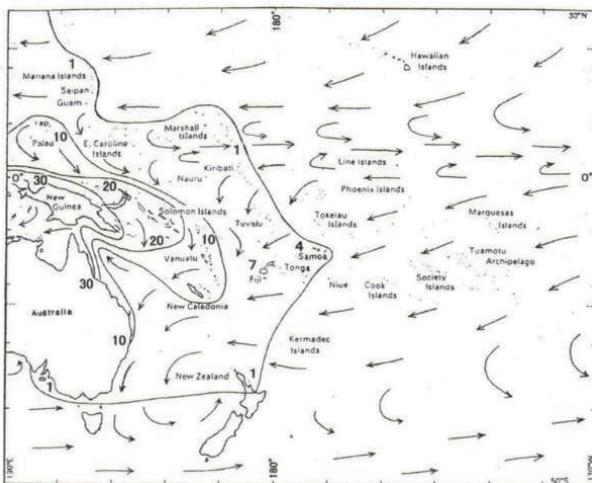


図 34 南西太平洋におけるマングローブ種数分布。ニューギニアから離れるほど種数が減少する (中西 2008)

Fig. 34 Distribution of number of mangrove species in the South-Western Pacific Ocean, the number of species less and less apart from New Guinea (Nakanishi 2008)

でアメリカ人によって植えられたのではないか。それが有用と認められ西方向の島々 (ソロモン諸島, フィジー, トンガ, ニューカレドニア) まで広がった。ニューギニアとオーストラリア北部まで至らなかったのは, 30 種ものマングローブがあるからだ。

*R. mangle* を植えたとの証言は無理としても, 文書に残された証拠が探せるとよいのだが。期待しよう。



図 35 センニンガイ化石 (瑞浪化石博物館, 2013 年 5 月)。その発見で中新世, 日本列島にマングローブがあったことが分かった

Fig. 35 Fossil of *Telescopium* sp. (Fossil Museum of Mizunami, May 2013). The discovery revealed the existence of mangroves in the Japanese Islands during the Miocene.

## 7. 地質時代, 日本のマングローブは…

驚きは日本列島の中新世, マングローブ化石記録がダントツに多いことだ。面積が大きい米大陸と肩をならべる (図 28E)。

研究者の熱意があった。津田禾粒さん (当時, 新潟大学学長) が, 貝類化石から日本列島にマングローブがあったことに気づく (図 35)。糸魚川淳二さん (当時,

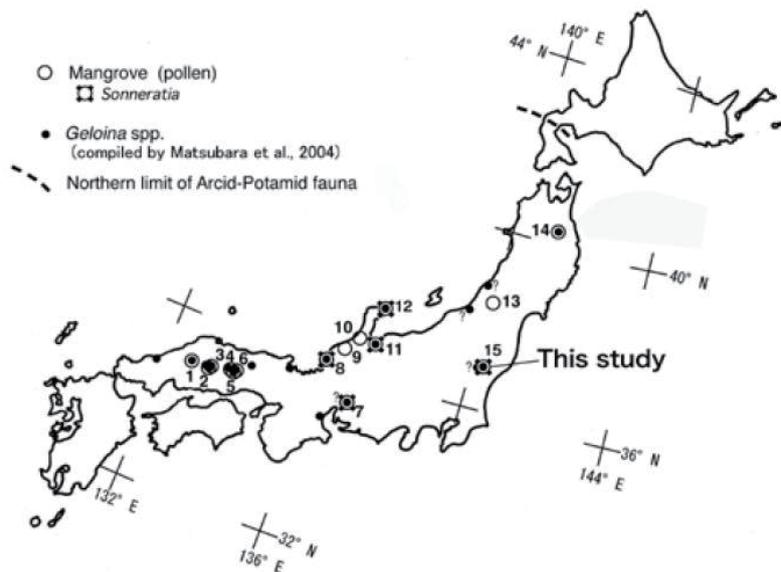


図 36 中新世における日本列島のマングローブ花粉とヒルギシジミ化石記録 (山野井, 2011)

Fig. 36 Fossil records of mangrove pollen and *Geloina* spp. fossils, Miocene in the Japanese Islands (from Yamanoi, 2011).

名古屋大学教授) と教え子の山野井徹さんを誘い日本各地、さらに東南アジア、太平洋諸島を調査した。日本列島中新世中期(1600 万年前)にマングローブがあったことを明らかにする (Tsuda et al., 1986; 津田禾粒先生退官記念事業会, 1992)。

山野井さんはその後新潟大学教授として花粉分析をつづける (山野井ほか, 2008, 2011)。日本列島のマングローブ化石分布を明らかにした (図 36)。現在、日本各地の自然史博物館に展示されるマングローブ化石分布図は山野井の調査に基づくものである。

蛇足だが、筆者と津田禾粒さんとの縁も書いておきたい。津田さんは小生の『緑の冒険』をおもしろがり、100 冊、まわりに配ってくれたという。新潟の美酒と魚で歓待されたのが忘れ難い。それだけのことである。当時の筆者は地質時代のマングローブまで考える余裕はなかった。

中新世の日本列島のマングローブは 8 属 (表 7)。ミモチシダも加えよう。広い分布のこの種がなかったとは考えられない。併せて 9 属になる。現生マングローブでいえば、台湾と同じだ。

日本列島のマングローブ化石記録は中新世中期(1600 万年前)だけ。それより古いものはない。だがマングローブ出現は白亜紀後期 (9600 万年前), この 8300 万年の空白をどう考えればよいか。

白亜紀, 日本列島は中国大陸の一部だった。東テチス海起源の“東マングローブ”が, そのままマングロー

表 7 中新世における日本列島のマングローブ (Tsuda et al., 1986)

Table 7 Mangroves in the Japanese Islands during the Miocene (from Tsuda et al., 1986) .

	1	2	3	4
シマシラキ属		●	○	
ヤエヤマヒルギ属		○	○	○
オヒルギ属		○	○	○
コヒルギ属		○		
ハマザクロ属	○	●	○	
ウミマサキ属		○		
ヒルギダマシ属		○		
ニッパヤシ属		○		

1: 石川県能登半島・東院内層, 2: 富山県八尾・黒瀬谷層, 3: 岡山県津山・吉野層, 4: 広島県北東部・備北グループ。○: 普通種, ●: 豊富にみられる

ブ化石をのせて日本にきた可能性を否定できない。そうなのだ。日本各地で発見された恐竜化石と同じく (図 37), マングローブ化石もまた日本列島の一部になったのではないかな。

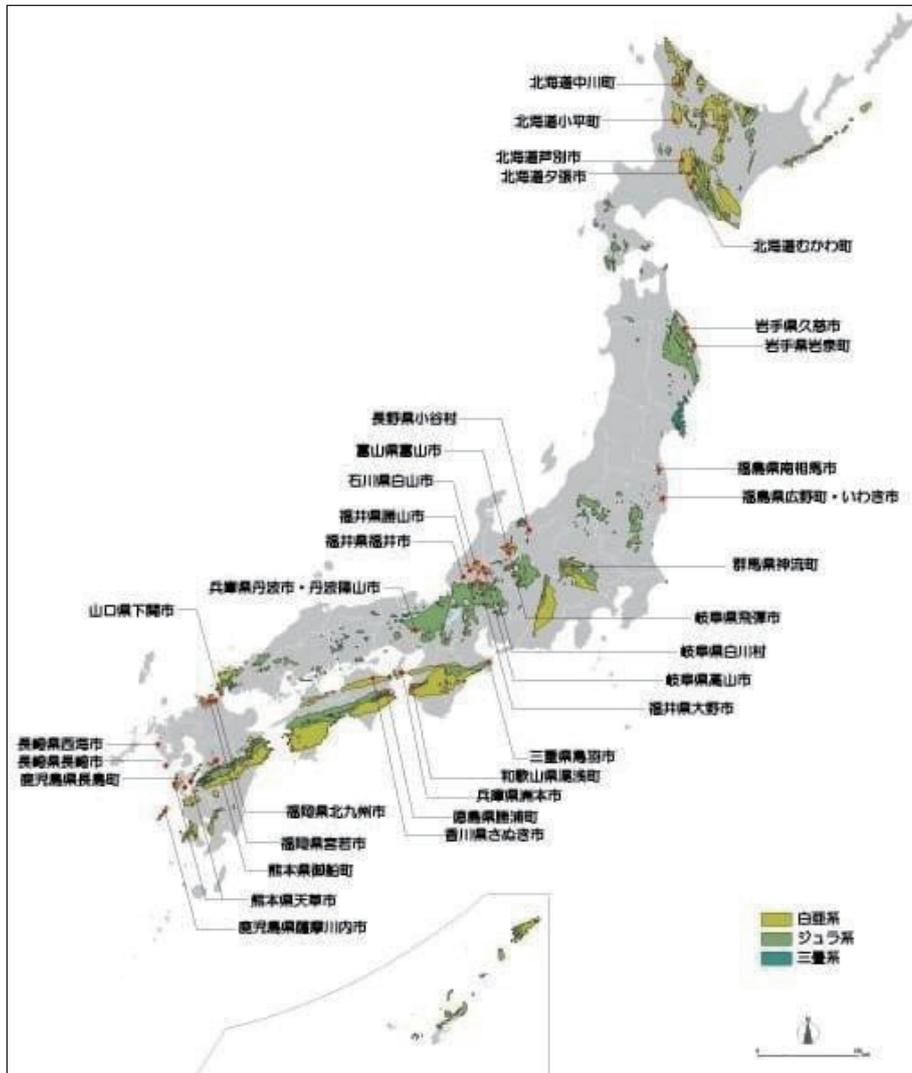


図 37 日本列島の恐竜化石分布 (出典: 福井県立恐竜博物館 HP: <https://www.dinosaur.pref.fukui.jp/dino/faq/r02073.html>)

Fig. 37 Distribution of dinosaur fossil in Japan (from website of the Fukui Prefecture Dinosaur Museum)

恐竜を手掛かりにしてマングローブ化石を探そう。手掛かりは3つ、白亜紀後期・草食恐竜・海辺である。この条件に叶った調査地の報告があった(ルグランほか, 2019)。宮城県久慈の玉川層。そこは白亜紀後期(9000万年前)の地層、草食巨大恐竜(竜脚類)の歯化石の発見があった。海辺近くの河口から、である。花粉化石の調査を担当したルグランさん(静岡大助教)はインタビューに答えている。「久慈はマングローブのような環境だったと考えられます。淡水性と海水が混ざり合ったようなところですよ」(NHK Eテレ「サイエンス ZEO」)。

残念ながらマングローブの花粉化石は発見されていない。しかし、被子植物の花粉は多数みつかっ

た。注目したのはイノモトソウ科の *Contignisporites cooksoni*。ミモチシダの属する科である。マングローブ化石発見に近づいている感じがした。

恐竜の足跡化石は群馬県神流町瀬林で見た(図 38)。ペルーの恐竜足跡と較べると鮮明度に欠ける。さらに残念なのは時代が古すぎる。マングローブ出現前の白亜紀前期パレミアン期(1億2940万年~1億2500万年前)のものだという。

恐竜は北海道から九州まで調べられている。愛好家も研究者も多い。恐竜とマングローブの手を組もう。白亜紀のマングローブ探検が加速される筈である。



図 38 群馬県神流町瀬林の恐竜の足跡化石 (□) (2013 年 4 月)  
**Fig. 38** Dinosaur footprint fossils in Sebayashi, Kannuru Town, Gunma Prefecture (April 2013)

## 8. おわりに

大変なことを始めてしまった。マングローブ 1 億年の歴史の解明。進化学・地質学 1 年生からのスタートである。これまで書いた 3 つの論文／エッセイ (向後・向後, 2013; Kogo and Kogo, 2013; 向後, 2022) に加えて本稿である。事実誤認や勘違いもあるだろう。指摘して頂ければありがたい。

未知の世界の旅である。苦しかった, でも楽しかった。発見の喜びは探検も学問もかわらない。本論文でもいくつかの「発見」があった。

マングローブは苦難を乗り越え, 今に至る。途中, 天変地異の大惨事 (隕石の衝突, 恐竜の絶滅) もあった。温暖化による海面上昇で“上へ, 上へ”と逃げたこともあった。寒冷化で“暖かい土地”への避難もした。右往左往が強いられた。でも生きつづけてきたのだ。われわれ人類 *Homo sapiens* はどうだったのか。30 万年をかけて“人新生”を迎え, 文明を謳歌する。しかし, このまま進めば, 滅亡に向かっていることも間違いない。

マングローブに学ぼう。今気がつけば, まだ間にあう。そんなことを考えさせられた毎日でもあった。

## 参考文献

- Berry, E.W. (1914) : *The Upper Cretaceous and Eocene floras of South Carolina and Georgia*. Professional Paper 84, U.S. Geological Survey.
- Berry, E.W. (1919) : *Upper Cretaceous floras of the eastern Gulf region in Tennessee, Mississippi, Alabama and Georgia*. Professional Paper 112, U.S. Geological Survey.
- Chandler, M.E.J. (1954) : Some upper Cretaceous and Eocene fruits from Egypt. *BULLETIN OF THE BRITISH MUSEUM (NATURAL HISTORY) GEOLOGY* 2 (4) : 147-187.
- Darwish M.H. and Y. Attia (2007) : Plant Impressions from the Mangrove-Dinosaur Unit of the Upper Cretaceous Bahariya Formation of Egypt. *Taekholmia* 27: 105-125.
- Haq, B.U., Hardenbol, J. and Vail, P.R. (1987) : Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic (250 million years ago to present) . *Science* 235: 1156-1167.
- 今西錦司 (1980) : 『主体性の進化論』中公新書.
- 今西錦司・柴谷篤弘 (1984) : 『進化論も進化する: 今西進化論と分子生物学』リプロポート.
- 木崎甲子郎 (2009) : テーチス海断想. テーチス紀行集編集委員会編『テーチス海に漂う青い雲』13-21、いりす.
- 清川昌一・伊藤孝・池原実・尾上哲治 (2014) : 『地球全史スーパー年表』岩波書店.
- 向後元彦 (1964) : 『一人ぼっちのヒマラヤ』ベースボールマガジン社.
- 向後元彦 (1988) : 『緑の冒険: 沙漠にマングローブを育てる』岩波新書.
- 向後元彦・向後紀代美 (2013) : マングローブの古生物学. 中村亮・縄田浩史 (編) 『マングローブ, アラブのなりわい生態系 3』21-50, 臨川書店.

- Kogo, M. and Kogo, K. (2013) : A Note on Paleobotany of Mangroves. *Global Environmental Research* 17 (2) : 155-163.
- Kogo, M. and Tsuruda, K. (1996) : Species selection for mangrove planting: a case study of Ras al Khafji, Saudi Arabia. In Field, C. (ed.) *Restoration of Mangrove Ecosystems*. ISME, Okinawa, pp.197-208.
- 向後元彦 (2022) : マングローブの起源を求めて. 科学 92 (4) : 382-388.
- 中西弘樹(2008)『海から来た植物—黒潮が運んだ花たち』八坂書房.
- 中尾佐助 (1966) : 『栽培植物と農耕の起源』岩波新書.
- ナスダーフト, W.・ スミス, J. (奥沢駿訳) (2003) : 『失われた恐竜を求めて』ソニーマガジズ.
- 大場秀章 (2009) : 『植物分類表』アボック社.
- ラupp, D.M. (渡辺政隆訳) (1996) : 『大絶滅：遺伝子が悪いのか運が悪いのか?』平河出版社.
- Raymond, A. and Phillips, T.L. (1983) : Evidence for an Upper Carboniferous mangrove community. In: H. J. Teas (ed.) : *Biology and Ecology of Mangroves*. Dr. W. Junk Publishers, Hague, pp.19-30.
- Rollet, B. (1981) : *Bibliography on Mangrove Research 1600-1975*. UNESCO. Paris.
- ルグラン ジュリアン・西田治文・平山廉 (2019) : 上部白亜系久慈層群玉川層大沢田川産地 (岩手県) のパリノフロラからみた古植生と古環境. 化石研究会会誌 51 (2) : 59-67.
- Saenger, P. and Luker, G (1997): Some Phytogeography Considerations. In Spalding, M. et al. (eds.) *World Mangrove Atlas*. ISME, Okinawa, pp.27-39.
- Spalding, M., Blanco, F. and Field, C. (eds.) (1997) : *World Mangrove Atlas*. ISME, Okinawa.
- Srivastava, J. and Prasad, V. (2019) : Evolution and paleogeography of mangroves. *Marine Ecology* 40 (6) : DOI:10.1111/maec.12571
- 鈴木邦男 (1997) : 『水に浮かぶ森：消える熱帯アジアの泥炭湿地林』信山社.
- 高橋正道 (2006) : 『被子植物の起源と初期進化』北海道大学出版会.
- Takayama, K., Takeishi, Y. and Kajita, T. (2021) : *Global phylogeography of a tropical mangrove genus Rhizophora*. *Scientific Reports* 11: Article No. 7228. DOI: 10.1038/s41598-021-85844-9.
- Tomlinson, P.B. (1986) : *The Botany of Mangroves*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Tsuda, K., Itoigawa, J. and Yamanoi, T (1986) : Mangrove Swamp fauna and Flora in the middle of Miocene in Japan. *Paleontology Science of Japan, Special Paper* 29: 129-134.
- 津田禾粒先生退官記念事業会 (1992) : 『ある地質家の歩み』津田禾粒先生退官記念事業会.
- 山野井徹・齋藤喜和子・柳沢幸夫 (2008) : 山形県小国町・中部中心統からマングローブ (メヒルギ属) 花粉の産出. 地学雑誌第 114 (5) : 262-266.
- 山野井徹・齋藤喜和子・小笠原憲四郎・永戸秀雄 (2011) : 茨城県北部浅川層 (中部中新統) から熱帯系マングローブ花粉化石の産出. 地質学雑誌 117 (9) : 538-543.
- ヨーン, K.K. (三中信宏・野中香方子訳) (2013) : 『自然を名づける—なぜ生物分類では直感と科学が衝突するのか』NTT 出版.
- ユクスキュル・クリサート (日高敏隆・羽田節子訳) (2005) : 『生物から見た世界』岩波文庫.
- Van del Hammen, T and Wymstra, T.A. (1964) : A palynological study on the Tertiary and upper Cretaceous of British Guiana. *Leidse Geologische Mededelingen* 30 (1) : 183-241.
- Watson, J.G. (1929) : *Mangrove forests of the Malay Peninsula*. Malayan Forest Record No.6. Fraser & Neave, Singapore.

地質学者には常識だろうが、マングローブ研究者にはなじみが少ない。便宜をはかるため、植物の陸上進出シルル紀から現代までの地質年代表をつくった。

付表 地質時代のできごと

Appendix: Characteristics of climatology, events, fauna & flora, etc. in geological time.

地質年代	単位：100 万年前 (mya)	継続年 (mil.yrs)	気候	イベント・生物相など
				地球誕生：46億万年前、最古の微小生物化石：35億年前
(古生代) シルル紀	443 - 419	24	温暖化	海水準上昇、節足動物・昆虫・植物の陸上進出
デボン紀	419 - 359	60	温暖	F-F境界大量絶、シダ類の湿地林、裸子植物・両生類の出現
石炭紀	359 - 299	60	寒冷化	アケイディア／アルジェニア／バリスカン造山、リンボクの大湿地林、爬虫類の出現、
ペルム紀	299 - 251	48	温暖化 寒冷化	ゴンドワナ氷河期、乾燥化、P-T境界大量絶滅、巨大昆虫の出現
(中生代) 三畳紀	251 - 201	50	温暖化	超大陸パンゲア分裂、T-J境界大量絶滅、哺乳類の出現
ジュラ紀	201 - 145	56	温暖	裸子植物の発達、恐竜大型化、末期に被子植物の出現
白亜紀	145 - 66	121	温暖 ・湿潤	K-Pg境界大量絶滅、海水表層37-42℃、高海水準、被子植物栄える、恐竜全盛、そして絶滅（前期：44万5,000年間）、後期：55万5,000年間）
(新生代) (古第三紀) 暁新世	66 - 56	10	温暖	化石記録すくない、新生代生物に変わる
始新世	56.0 - 33.9	22.1	温暖	海水準は現在より150m高い、温暖化極大、示準化石は貨幣石、南北半球ともに森林が発達、北極に温帯植物群、哺乳類の繁栄
漸進世	33.9 - 33.0	10.9	温暖・湿潤	ドレーク海峡・タスマニア海峡形成、高緯度地域でメタセコイア繁栄、哺乳類多様化
(新第三紀) 中新世	23.0 - 5.3	17.7	温暖・湿潤	ヒマラヤ山脈急上昇、紅海拡大、テチス海閉じる（2000万年前）、被子植物・哺乳類の発展
鮮新世	5.3 - 2.58	2.7	後半から 気温低下	パナマ地峡閉じる（300万年前）
(第四紀) 更新世	2.58 - 0.0117	2.57	寒冷・ 氷河時代	大半は現生生物と大差ない
完新世	0.0117 - 現在	0.0117	温暖	人類の繁栄、地球環境悪化、核兵器の脅威（人新世）

資料：清川ほか（2014）、高橋（2006）など