

ズブズブ班 A

ラオスにおけるシオグサ（カイ）とアオミドロ類（タオ）の調査

鯨坂哲朗（京都大学大学院地球環境学堂） 若菜勇（北海道・阿寒湖畔エコミュージアムセンター）

キーワード：カモジシオグサ、アオミドロ、利用、生態、メコン川、ラオス

調査期間と場所：2004 年 12 月 5-17 日：ルアンプラバン、バンビエン、ビエンチャン、サイタニー郡

Researches of *Cladophora glomerata* (Linnaeus) Kuetzing and *Spirogyra* spp. in Laos

Tetsuro Ajisaka (Hall of Global Environmental Research, Graduate School of Kyoto University)

Isamu Wakana (Lake Akan Eco-Museum Center)

Keyword: *Cladophora glomerata*, *Spirogyra*, Utilization, Ecology, the Mekong, Laos

Research period and site: Dec.5-17, 2004: Luang Prabang, Vangviang, Vientiane and Xaythani Province

要旨

2004 年 12 月にラオスで調査したシオグサ（カイ）とアオミドロ類（タオ）について報告する。シオグサの加工品カイペーンの加工工程やそれ以外の利用（調理）法について新たな知見が得られた。また、シオグサの生育場所と採取風景およびカイペーンの加工工程をビデオ撮影できた。シオグサとアオミドロ類の生育場所の水質環境調査を行ったところ、それぞれの生育場所の特性が明らかにされた。シオグサは主に流水系で、pH もややアルカリ性で、溶存酸素濃度が高く、きれいで不純物の少ない清浄な水質環境に生育していること、またアオミドロ類は同様の清浄な水質環境にも、また静水系で、pH もやや酸性よりで、溶存酸素濃度が低く、濁りがあって不純物の多い水質環境にも生育できることがわかった。ラオスのシオグサは 1 種類で、種名はカモジシオグサ (*Cladophora glomerata* (Linnaeus) Kuetzing) であることが判明した。アオミドロ類については、*Spirogyra* spp. (アオミドロ属の数種) であることも判明し、くわしい利用（調理）法もわかった。

はじめに

2004 年 12 月 5 日から 17 日まで約 2 週間、著者らはラオスのビエンチャン近郊のサイタニー郡と、ビエンチャンの北 200 km ほどのバンビエン、および北部ルアンプラバン周辺で調査を行った。カイ（シオグサ）とタオ（アオミドロ類）の生育地を訪問し、採取の様子を観察し、水質環境調査などもおこなった。また、聞き取り調査により、カイペーンの加工および、カイとタオの採取時期などを調査した。この報告書では、カイペーンの加工工程で追加すべきことと、水質環境調査の結果、および利用形態など今回の調査で新しく判明したことを中心に報告する。

1. カイペーンの加工工程についての聞き取り調査

前回の報告ですでに加工工程について述べたが、今回の調査で新たに判明し、追加すべきことを列挙する。

(1) カイペーン原藻（カモジシオグサ）の採取時期と場所

ルアンプラバンでは乾期にのみ採取するが、11-1 月はカーン川やウー川といったメコン川の支流で採取されたものを、また 2-4 月はメコン川本流で採取されたものを使用する。近くの支流のものは自分たちで採取するが、ウー川産のものは採取された原藻を購入している。

(2) 水洗と異物除去

作業のなかで一番時間がかかる。原藻は川で何度も水洗し、泥や異物を除去する。またザルにいれて少し乾燥

させたものの中で品質の悪いものをよりわけが、全体の 20% ほどは捨てるという。藻体の品質がカイペーン（加工品）の販売価格に影響する。村の中には品質のよいカイペーンを特定のレストランに納入する契約をしている人もいる。

（3）原藻の仕分けと展開

原藻が乾燥枠の全体に均等になるように広げる作業をするが、次の段階の前段階として簡単な仕事のため、子供がやっている場合がある。

（4）調味液による味付けと整形、薬味の添加

これは大人（女性）の仕事となる。かなり量の調味液を原藻全体にふりかける。余剰の液は次に作成する原藻にふりかける。調味液に使う果物として、タマリンド（ラオス語でナマカン：図 1-A）以外にラオス語でマッコーという果物（図 1-B）のしぼり汁を使用する。さらに塩（図 1-C）や化学調味料（図 1-D）も加える。この調味液の混合割合が同じ村内でも各生産者により違い、したがって生産されたカイペーンの味もそれぞれ違うことになる。なおカイペーンづくりでは表面にゴマを大量にふりかけるが、砂などが混じると価格が下落するので、ゴマから砂をよりわける作業をお年寄りがやっている。



図1. カイペーンの調味液に使用する調味料；タマリンド（A）とマッコー（B）の果実、塩（C）と化学調味料（D）。

（5）天日乾燥とはぎとり

カイペーン作りは普通は朝早くからやり、その日のうちに乾燥するが、天候によってはさらによく乾燥させるために 2 日ほど天日で乾燥する場合もある。はぎとりはむずかしく、枠の草（ラオス語でカー）の一部が製品の裏に残ることがある。

（6）包装と販売

製品をビニール袋に入れて直接市場に卸すか、仲買の人に売る。仲買人はルアンプラバンの街で売り子を雇って市内を流して販売することもある。また仲買人がビエンチャンやタイのメコン川流域の街にまで運搬して販売



図2. ラオスでのシオグサ（カイ）料理；カイペーン（A），モックカイ（B）、オーカイ（C）とカイニョン（D）

することもある。

2. ルアンプラバンの市場でみた4種類のシオグサ料理（利用）法について

a. カイペーン (図 2-A)

前項で説明した加工工程で生産した板海苔状の製品で、女性の売り子が朝早くから街角でザルにのせて売り歩く。市場や観光客相手のみやげ物屋でも販売されている。普通は小さく切ったものを、片面をフライパンであぶり、ご飯のおかずとなる。レストランでは、「メコン・シーウィード (Mekong seaweed)」といって、ラオス語でチュオボーンという豚の皮の味噌漬けと一緒に酒の肴として出される。

b. モックカイ (図 2-B)

よく洗った生のシオグサを刻んで使う。ナガインゲン（ササゲ）、パクチー、アサツキをみじん切りにしたものをボールにシオグサと一緒に入れる。匂いつけにラオス語でサッカーンという木片をそのまま入れる。また米粉を搗いたものも、甘味と喉越しのよいように入れる。豚の皮、豚肉（首の後ろの部分）も刻んで入れる。味付けにニンニクのスライス、トウガラシと塩を使う。またヤーナンという草の葉の汁を大量に入れる。これらをかき混ぜて、味を整えたものを適量ずつバナナの葉につつんで、蒸す。普通は家庭用につくる料理だが、余ったものは市場でも販売される。

c. オーカイ (図 2-C)

モックカイと同じ材料で同じように調味したものを、鍋に入れて煮込んだものである。豚肉は使用しないこともある。市場では最後に香草や黄色い花が飾りとしてふりかけられていた。モックカイもオーカイも採取シーズンには材料として生のシオグサが使用されるが、雨期には乾燥保存したシオグサを使う。

d. カイニョン (図 2-D)

乾燥したシオグサ原藻を手でもんで粉末状にしたものにニンニクのスライスを混ぜ、塩や化学調味料などで味付けしたものを路上で販売していた。これはそのまま食べてもよいし、ご飯などにふりかけて食べるという。また、市場では乾燥状態の粉末状のものがビニール袋に入れて販売されていた。

3. シオグサの生態と生育場所の水質調査（表1）

シオグサの生育場所の水質など環境要因の測定は、実際の水深に近い水深 10-20cm でおこなった。調査時刻は 11 時から 16 時の間であった。天候は晴れまたはくもりの状態であった。水温は 18℃から 24℃の間であった。生育場所はすべて川であったが、流速の大きな早瀬の河床だけでなく、流速のほとんどない岩のくぼみからなる淵などにも生育していた。生育場所の pH は 7.46 から 8.70 で、1 箇所を除いてほとんどの場所が弱アルカリ性であった。溶存酸素 (DO) は 80% から 151% と 1 箇所をのぞいて 100% 以上あった。電気伝導度 (EC) は、124.3 μ S/cm から 254.0 μ S/cm までであった。光強度については現在データ解析中である。

以上のことから、乾期の初期にあたる 12 月には、シオグサはラオスの山岳地帯を流れる河川に広く出現し、その流動環境は、流速の速い場所から静水的な場所まで多様性に富むものの、溶存酸素も十分で、不純物の少ない清浄な水質である点で共通性が認められた。

同様の調査はメコン川本流でも実施したが、今回はシオグサの生育を確認することはできなかった。しかし、2004 年 1 月の調査ではメコン川本流でシオグサを実際に採取しており、またカイペーンを生産する村での聞き取り調査によると、メコン本流の原藻を使用するのは 2-4 月であるということから、メコン川におけるシオグサの出現時期は周辺河川とは異なるものと考えられる。河川でのシオグサの生育には水位が大きく影響すると思われるが、こうした差異がどのような原因によるものか、今後はこうした観点から調査を継続するべく、水質や水位の変化とシオグサの生育との関係を調べる予定である。

表1. シオグサ生育河川の水質測定値

st.	location	川名	日付	時刻	測定水深(cm)	水温(°C)	流速(cm/s)	pH	DO(%)	EC(μ s/cm)
1	サイター郡	Ngum川	2004.12.07	11:15	10	24.4	14.00	7.46	108	124.3
5	バンビエン	Song川	2004.12.08	11:10	20	18.6	1.00	8.11	107	254.0
6	バンビエンへの途中	Lik川	2004.12.08	16:00	20	22.6	2.00	8.50	125	226.0
7	ルアンプラバン	Khan川	2004.12.10	11:50	15	18.9	0.00	8.23	80	235.0
8	ルアンプラバン	Khan川	2004.12.10	15:30	20	20.0	51.00	8.70	151	240.0
9	ルアンプラバン	Mekong川	2004.12.11	15:30	10	19.3	0.00	8.38	125	176.7

4. ラオスのシオグサの生物学

シオグサ目 シオグサ科 シオグサ属 カモジシオグサ

Cladophora glomerata (Linnaeus) Kuetzing

遺伝子調査（神戸大学・羽生田博士に依頼）から、日本産も含め変異があるものの、カモジシオグサと認められると報告をうけている。形態面でも濁ったメコン川ときれいな支流とではシオグサの分枝様式が異なるが、同一種内の変異と認められる。また、持ち帰ったシオグサ藻体の培養実験では、胞子を放出して、すでに何度も生活史を繰り返している。

5. タオの利用法について

タオはラオスでは乾期より雨期の食べ物という認識があるそうだが、今回調査した 12 月もラオスの市場では生に近い状態でわずかに販売されていた(図 3-A)。また屋台では鍋の中で他の材料といっしょに煮込んだ料理(ラーブタオ)がみられた。雨期に調査した隊員からは、タオは雨期には生でなにもつけずに食べることも聞いていたが、今回はそのような例は観察できなかった。

ラーブタオの調理法

タオを刻んで、ナガインゲン（ササゲ）の刻んだもの、油で揚げたニンニク（白）のスライスと生の刻んだニンニク（赤）、刻んだアサツキ、焼いてある堅くて小さいナスビ、刻んだ若い生のナスビなどと混ぜる。これらをラオス語でバテーという魚醤の汁や化学調味料などで味付けして鍋で煮込む。シオグサの料理で使った豚肉やヤーナンという葉の汁は使用しない。店頭に並んだ料理では表面にゴマがふりかけられていた。

表2. アオミドロ類生育環境の水質測定値

st.	location	環境	日付	時刻	測定水深(cm)	水温(°C)	流速(cm/s)	pH	DO(%)	EC(μ s/cm)
2	ケンカイ	池	2004.12.07	12:10	10	26.8	0.00	6.40	62	38.1
4	ナンゴムカム	池	2004.12.07	15:40	10	23.3	0.00	7.67	89	19.2
5	バンビエン	Song川	2004.12.08	11:10	10	18.6	1.00	8.11	107	254.0
9	ルアンプラバン	泉	2004.12.12	11:25	10	20.6	0.25	7.31	73	410.0
4	ナンゴムカム	池	2004.12.14	15:40	10	22.0	0.00	6.62	84	18.8

6. ラオスのタオ（アオミドロ類）の調査と生育場所の水質（表2）

ビエンチャン郊外のサイタニー郡で数箇所とルアンプラバンの泉1ヶ所で調査を行った。

サイタニー郡では近くの池などから採取したものを市場に出荷していたが、なかには乾期だけ自家消費用に小さな池で養殖をしている例もあった（図3-B,C）。ルアンプラバン郊外では、湧き水栽培をしているクレソンにタオがからまっており、ルアンプラバンでも清浄なこのものだけを食用にすることであった（図3-D）。

生育環境調査では *Spirogyra* 属の数種が混在していることがわかったが、食用にされるのはやや細胞の太い種類のようなものである。これについては持ち帰った藻対の培養ができた段階で、生活史を解明し、種の同定を行いたい。

タオの生育場所の水質などの環境要因の測定（図3-4）は、水深10cmでおこなった。調査時刻は11時と16時の間であった。天候は晴れまたはくもりの状態であった。水温は18.6°Cから26.8°Cの間であった。生育場所は池が多いが、バンビエンでは川にも、またルアンプラバンでは湧き水のクレソン畑にも生育していた。池などの静水的な環境では、藻が底に堆積するようにして生育していたが、流れのある場所では周辺の植物などからみついで生活しており、河床の礫などに付着している例はなかった。このことから、流動あるいは流下しにくい環境が本藻の生育制限条件のひとつになっているものと考えられる。



図3. サイタニー郡の市場で売られるアオミドロ（タオ）と生育地；市場で売られる生に近いアオミドロ（A）、個人的なアオミドロの養殖池（B）とそこでの水質調査風景（C）、ルアンプラバンの湧き水でクレソンにからまって生育するアオミドロ

生育場所のpHは6.40から8.11までと幅広かった。ただ池だけに限ると、6.40から7.67と中性かやや酸性にかたむいていた。とくにナンゴムカムの池では1週間の間をあけて2回まったく同じ場所で測定したが、7.67から6.62と酸性に変化していた。溶存酸素については62%から107%であった。これも池だけに限ると62%から89%で低かった。クレソン畑も流れがあるわりには73%と低かった。ECは、18.8 μ S/cmから410.0 μ S/cmまでと非常に幅広くなったが、池だけでみると18.8 μ S/cmから38.1 μ S/cmまでと非常に低い値となった。一方、川では254.0 μ S/cm、泉では410.0 μ S/cmとシオグサの生育している川と同じかそれ以上となった。

以上のことから、タオはおもに静水域に出現するが、条件が整えば流れのある川や泉でも生育可能であることがわかった。また、pHやDO、ECなどの水質項目についても一定の傾向は認められず、タオはさまざまな水質条件で生育が可能であると考えられる。池のような閉鎖的な水系は、長期的には乾期や雨期によって環境が大きく変化するだけでなく、短期的には水中の植物プランクトンの生産活動などによってpHやDOなども変動しやすい条件にあるものと推察される。こうした環境の変化が、固着しないで浮遊的に生活するタオの生態にどのような影響を及ぼしているのか、興味のもたれるところである。今後は年間を通じての藻体の消長や繁殖時期など生活史あるいはフェノロジーの全体像を明らかにすることによって、タオの生態と人間の利用との関連を明らかにできるものと期待している。

7. おわりに

シオグサとアオミドロ類の現在進行中の研究体制と今後の課題について列挙する。

1. 藻体の形態学的研究（形態分類）：細胞の大きさ、色素体やピレノイドの構造などを調べて、分類形質を整理している。とくにアオミドロ属については利用種の種名を特定したい。
2. 生態学的研究：現地分布調査と資源量調査（季節変化など）を続行したい。また、現地での水質調査とサンプルの分析による生育環境調査（水温、電気伝導度、pH、照度、流速、底質（粒度を含む）、DO、COD、栄養分（N、P、重金属など）も今後続行したい。年間を通じての水質調査により、カモジシオグサやアオミドロ属植物がどのような水質環境で生育しているかを解明したい。
3. 生理学的研究：生活環や生理環境（温度・照度など）の解明を目的に、採集した藻体を実験室内で培養研究している。とくにアオミドロ属では、これらの特徴も種名を特定する資料となる。
4. 栄養学的研究：栄養分析によるシオグサ原藻の栄養成分（一般栄養およびアミノ酸）をすでに行った。今後はアオミドロ属を含め生個体や食品としての分析が必要とされる。
5. 分子分類学的研究：遺伝子分析による分類学的位置の解明を行っている。カモジシオグサやアオミドロ属植物は全世界に分布しているが、今後は遺伝子マーカーの選択により地史的な分析および地域集団間の関係なども分析したい。
6. 藻類の利用形態の研究（市場調査 / 村落調査）：今後はラオス以外の地域（中国雲南省、ミャンマー、タイ、ベトナムなど）での利用調査へと拡大したい。
7. 文献調査：利用の歴史などを知るために中国およびラオスの古い文献を調査している。今後は「本草綱目」以前の古い中国の食文化関係の文献を精査したい。
8. メコンオオナマズの食性調査：タイでの放流メコンオオナマズの胃および腸内容物の顕微鏡調査を行っている。とくに成魚の胃内容物を調査し、その食性を明らかにしたい。また、絶滅危惧種であるメコンオオナマズの養殖がタイで企画されているが、その餌料としてカモジシオグサの養殖も視野に入れている。
9. 中国（雲南省）内でのダム建設および岩礁爆破によるメコン川中流部でのシオグサ生育環境への影響：情報を集め、影響を緩和できるような政策や施策を提案したい。
10. シオグサやアオミドロ属植物に付着する寄生虫の影響：加熱調理した食品は大丈夫だが、生でアオミドロなどを食用とする場合に付着する寄生虫の住民への影響が懸念される。医学班と共同で住民の健康への影響調査や生で食べないというような啓蒙活動が必要とされる。

参考文献

鯀坂哲朗 (2004) 矢作川産カモジシオグサとメコン川産シオグサ類の栄養分析, 矢作川研究, vol. 8: 75-84, 豊田市矢作川研究所.

鯀坂哲朗・若菜勇 (2004) ラオス・メコン川産シオグサ類の調査, 総合地球環境学研究所研究プロジェクト 4-2, アジア・熱帯モンスーン地域における地域生態史の総合的研究: 1945-2005, 2003年度報告書, p.231-237, 総合地球環境学研究所.

鯀坂哲朗・若菜勇 (2005) ラオスでにおけるカイ (カモジシオグサ) とタオ (アオミドロ類) の利用について, 日本藻類学会第 29 回大会 (京都) 講演要旨, 藻類, 53(1): 98.

赤木攻ほか (1996) 北部タイ, チェンコーンにおけるプラー・ブック (*Pangasianodon gigas*) の民族魚類学的考察, 国立民俗学博物館研究報告, 21(2):293-344.

Katri Makkonen (2004) The linkages between poverty, environment and transboundary water management in southwest China's Yunnan Province, Asian International Rivers Center (AIRC), p.1-30.

周達生 (1991) 『東アジアの食文化探検』三省堂.

Southeast Asia River Network (2002) Mekong Rapids Under Fire? Project for River and Communities, Love Chiang Khong Group :1-36. Pub. Oxfam America.

Abstract

Several researches of the utilization and ecological aspects of *Cladophora glomerata* (Linnaeus) Kuetzing ("kai" in Lao) have been done at Luang Prabang, located at the middle part of the Mekong River (Laos), on Dec. 2004. Processing of Porphyra-laver-like products ("kai-pane" in Lao) and other utilization for food of *C. glomerata* plants have been researched by our sight-observations and hearing research from the villagers. Ecological analysis including water quality has also been done. We also have studied some ecological aspects and utilization of *Spirogyra* spp. ("thao" in Lao) for food in Luang Prabang and Xhaytani District, near Vientiane.

Cladophora glomerata and *Spirogyra* spp., both freshwater green algae, are very common species in the world, however, their utilization in Laos are very rare and very interesting cases in the world. Especially, *C. glomerata* is the most important plant for the feed of Pa beuk (*Pangasianodon gigas* Chevey, rare fish in the Mekong) in their mature period, as same as human food. From the water quality analysis, *Cladophora* is growing in the clear, moving, and alkaline water. On the other hand, *Spirogyra* is growing in the impure, stopping, and a little acidic water.