

熱帯湖岸生態系の植生学的研究と持続的マネジメント

－ カンボジア・トンレサップを例に －

横浜国立大学大学院 環境情報学府

博士課程後期（2007年6月修了） 荒木 祐二*

Vegetation study and sustainable management on a tropical floodplain ecosystem
- A case of the Tonle Sap area, Cambodia -

Yuji ARAKI

Graduate School of Environment and Information Sciences, Yokohama National University

1. 研究の背景と目的

カンボジアの中央に位置するトンレサップ湖は、湖岸に広大な湿地生態系を有する東南アジア最大の淡水湖である。雨季の最高水位期（10月）には湖面面積が乾季の5倍以上になり、水位は10m上昇する。低平な湖岸域に広がる氾濫原は、立地環境の季節的変動・空間的環境の複雑性が顕著であり、生物多様性に富んだ地域となっている（Photo 1）。

しかしながら、この地域では永年の戦乱の影響により植物資源の実態解明にかかわるインベントリー（博物学的記載）調査、生態学的調査がほとんど行われていない。加えて、カンボジアに住む人々の社会・文化・生活の基盤であり続けてきた湖と湖岸の生態系は、人口増加と社会・経済構造の急速な変化により劣化が著しい状況にある。氾濫原内で暮らす地域住民は、湖とその周辺の生態系に供給源を依存しており、住民の生活基盤の消失が懸念されている。本地域では、地域住民による植物資源利用状況を把握し、氾濫原の植物生態系との関連性を明らかにして、資源の持続的マネジメントを推進することが緊急の課題となっている。



Photo 1. Landscape of the Disturbed woodland zone in the highest-water season (Dec. 2005).

そこで本研究では、トンレサップ湖北西部に位置するチョング・クネアス地区の氾濫原（13°15'N, 103°49'E 付近；横断距離およそ4km；Fig. 1）を事例として取り上げ、熱帯氾濫原・湿地生態系に焦点を当てながら、氾濫原本来が持つ自然攪乱と人間活動による人為的攪乱が氾濫原の植物生態系の構造と変動形態に与える影響に関する具体的事例研究を行った。本研究の目的は、熱帯氾濫原生態系に関する知見の増大を図り、今後の氾濫原植物資源の持続的マネジメントに役立たせることである。

2. 研究方法

事例研究では、まず、(1) トンレサップ湖氾濫原の植生構造と構成種を把握するためにインベントリー調査を実施した。その結果を基に、(2) 現存植生の成立要因を探るために優占種の更新特性を明らかにして、氾濫原生態系の自己修復メカニズムを解明し、(3) 地域住民による植物資源利用情報をインベントリーすることで、氾濫原の荒廃メカニズムを明らかにした。

(1) については、熱帯氾濫原の植物相・植生に関する

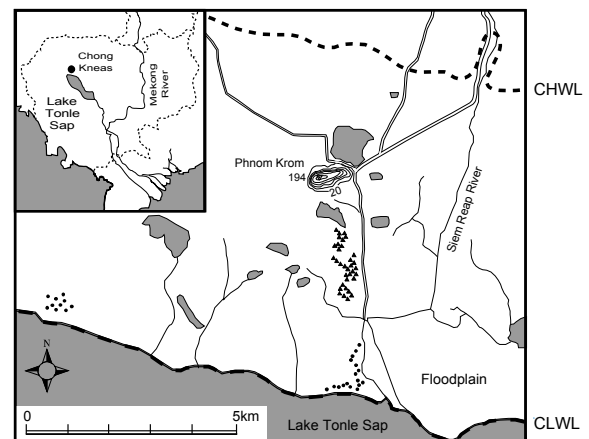


Fig. 1. Location of the study area (upper-left) and 67 quadrats for phytosociological survey. ▲ = quadrats of extensive cropland zone, ● = quadrats of disturbed woodland zone. CHWL = coastline at the highest water level, CLWL = coastline at the lowest water-level.

* 現所属：東京大学アジア生物資源環境研究センター

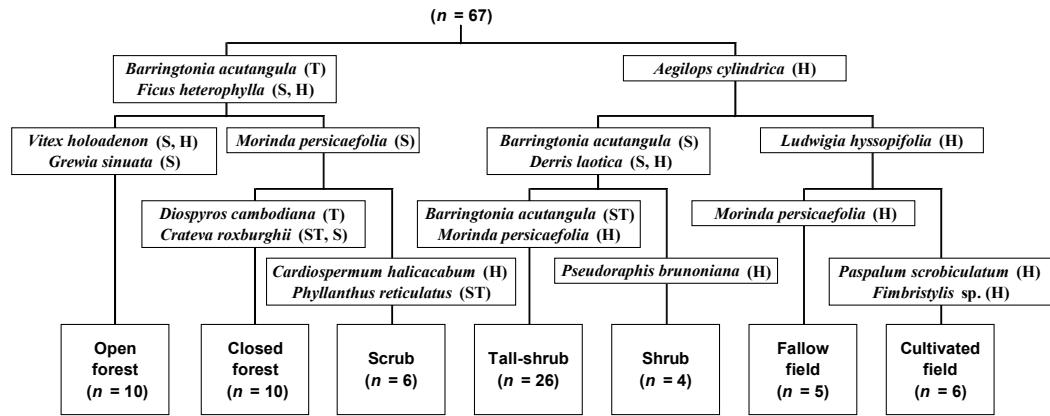


Fig. 2. TWINSpan dendrogram of 67 quadrats identifying seven vegetation types with indicator species listed at divisions. The number of quadrats in each vegetation type is indicated in parentheses. Abbreviations following species names are layers to which indicator species belonged; T = Tree layer, ST = Short-tree layer, S = Shrub layer, H = Herb layer.

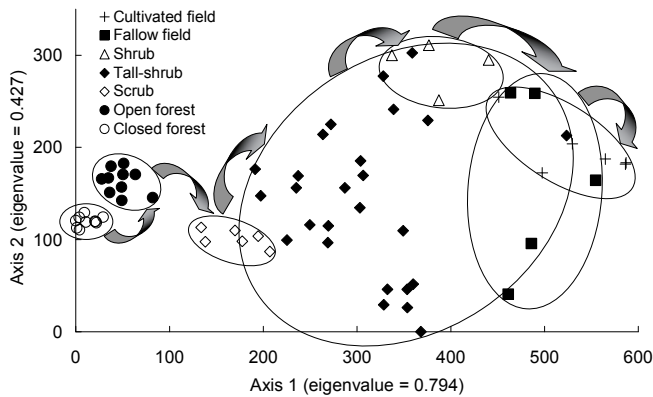


Fig. 3. DCA-ordination of 67 quadrats. The different vegetation types classified by TWINSpan are overlaid and encircled. Arrows show the direction where vegetation backs up.

る文献を収集するとともに、徒歩と舟で調査地を踏査後、67箇所方形区(100m²)を設置して、植物社会学的手法による植生調査により、植生に関する定量的な情報の収集を行った。そして、得られた植生データを基にTWINSpan法によって植生タイプを識別し、さらに、DCA法によって調査区を序列化して各植生タイプの成立要因を分析した。(2)については、優占種 *Barringtonia acutangula* (サガリバナ科) の更新特性に着目し、57箇所方形区(100m²)を設置して毎木調査(胸高直径が5cmを越える生木を対象とし、胸高直径と樹高を測定)を実施するとともに、花実の有無および株立ちした生幹の本数を記録した。また、118箇所小区画(1m²)を設置して、*B. acutangula* 実生の個体数とサイズを計測するとともに、全天空写真を撮影することによって、生育密度と光環境の関係

Table 1. Correlations between DCA scores and parameters of vegetation characteristics. T = Tree layer, ST = Short-tree layer, S = Shrub layer, H = Herb layer. CLWL = coastline at the lowest water-level.

	Axis1	Axis2
Height of vegetation	-0.942 ***	-0.315 **
Density of species	0.447 ***	0.200
Simpson <i>D'</i>	0.088	0.220
Shannon <i>H'</i>	0.242 *	0.266 *
Pielou <i>J'</i>	-0.126	0.139
Coverage of T	-0.728 ***	-0.873 ***
Coverage of ST	0.390 **	-0.331 *
Coverage of S	-0.018	-0.098
Coverage of H	0.144	0.233
Distance from CLWL	0.803 ***	0.061

* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$; Spearman's ranking correlations.

を明らかにした。(3)については、地域住民(42戸)に対しインタビュー調査を中心とする社会調査を実施し、植物資源の利用形態を明らかにした。

3. 結果と考察

3-1. カンボジア・トンレサップ湖氾濫原の植生解析

植物社会学的手法による植生調査およびTWINSpanによる多変量解析により、トンレサップ湖氾濫原の現存植生は、(1)最低水位期の湖岸の外縁に1~2kmの幅で分布するDisturbed woodland(人為的攪乱を受けた林分)と調査地の内陸部に幅2~3kmの範囲で広がるExtensive cropland(粗放的な経営がなされている耕作地)の2つのゾーンから構成されており、(2)

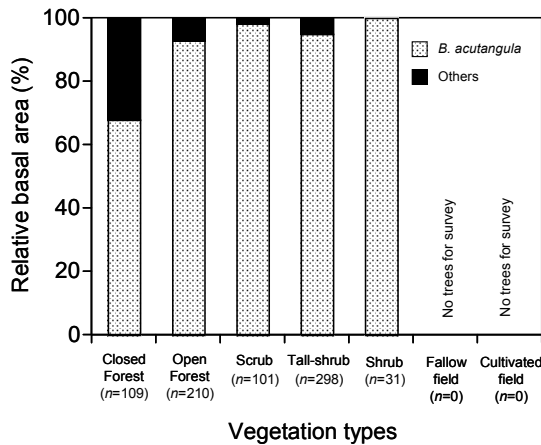


Fig. 4. Comparison of relative basal area of *B. acutangula* among vegetation types. n = total number of individuals occurred.

Disturbed woodland ゾーンに分布する Closed forest, Open forest, Scrub, および Extensive cropland ゾーンに分布する Tall-shrub, Shrub, Fallow field, Cultivated field といった 7 型の植生タイプに類型化された (Fig. 2)。

これら 7 型の植生タイプの相観や分布、種組成、植物種多様性は、季節的な水位変動という自然攪乱と開墾や択伐、火入れといった人為的攪乱の 2 つの攪乱体制が組み合わさりながら継続して繰り返されることによって形成されていることを示唆した (Fig. 3, Table 1)。

3-2. 氾濫原で優占となる *B. acutangula* の生態特性

多くの調査区で優占となる *B. acutangula* の更新特性に焦点を当て、氾濫原の自己修復のメカニズムについて以下のことを明らかにした。(1) 氾濫原植生の林分構造について、本種は、氾濫原の自然植生全体にわたって圧倒的に優占しており、とくに人為的攪乱 (開墾や伐採) にさらされる植生タイプにおいて本種が卓越している (Fig. 4)。(2) 開花から実生が定着するまでの種子による更新過程について、①本種は早い成長段階で開花し、②氾濫原奥部に位置して母樹密度が低い 4 つの植生タイプにおいても、日当たりのよいギャップで定着密度が高く (Fig. 5)、③全体に大形で浮遊性の種子が水位の上昇・水域の拡大に同調して散布される。(3) 萌芽更新について、本種は強い人為圧が加わる環境下においても、伐採後の切り株や脱落した枝片から新しいシュートを伸長させて容易に再生する能力を有し、その萌芽能力によって他種と比較して生存率が高い。

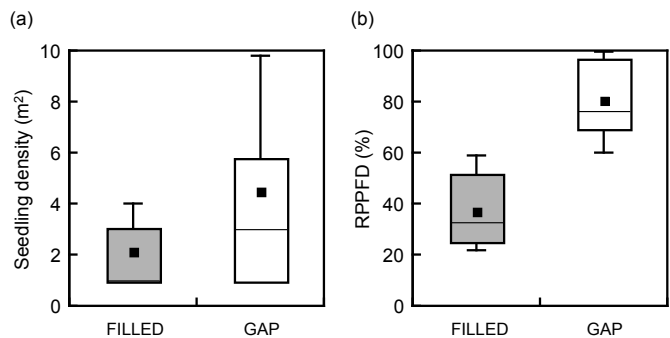


Fig. 5. Comparison of (a) seedling density of *B. acutangula* and (b) relative photosynthetic photon flux density (RPPFD) between two types of micro sites, light-filled patch (" FILLED " ; $n = 67$) and gap patch (" GAP " ; $n = 51$), covering the seven vegetation types. " ■ " is average. Box plot represents 75th (top), 50th (middle), and 25th percentile (bottom). Top whisker identifies the 75th-90th percentile and bottom whisker identifies the 25th-10th percentile. Results were significantly different compared between FILLED and GAP (Wilcoxon' s sign rank test, (a) $P < 0.01$, (b) $P < 0.001$).

以上のことから、本種が長期間の冠水のみならず人為的攪乱に対して優れた適応力を有することが示され、冠水・乾燥ストレスおよび自然攪乱・人為的攪乱が大きく及ぼされるトンレサップ湖氾濫原の自己修復には、本種の適応能力がきわめて有効に寄与することを示唆した。

3-3. 地域住民による植物資源の利用形態

季節的な水位変動に応じた地域住民の植物資源利用形態を民族植物的な視点から調査し、氾濫原の破壊メカニズムについて以下のことを明らかにした。(1) チョング・クネアス地区で確認される住居形態は、「水上移動型」と「陸上移動型」、「陸上固定型」の 3 タイプに区分される。(2) 植物資源の利用形態、とくに薪の利用形態は、住居形態に応じて著しく異なる。「水上移動型」は、一年を通して舟に乗りながら氾濫原の湖岸部に生えている高木から薪を獲ている。「陸上移動型」は、低水位期に氾濫原の内陸部へ徒歩で入り、細い薪を採っている。「陸上固定型」は、低水位期には氾濫原の内陸部へ徒歩か自転車に乗って薪を採りに行き、高水位期には小舟を借りて住居近くから薪を採っている (Fig. 6)。(3) 3 つの住居形態に共通してみられる特徴は、①どの住居形態でも生活に必要な燃料として薪を採っていること、②氾濫原内の植物資源を薪以外に利用することは少なく、薪以外の用途に関する知識は乏しいことである。(4) 薪炭材の利用には嗜好性が認められ、利用価値が高い種ほど選択的に伐採されて、結果的に利用価値の低い種が多く残され

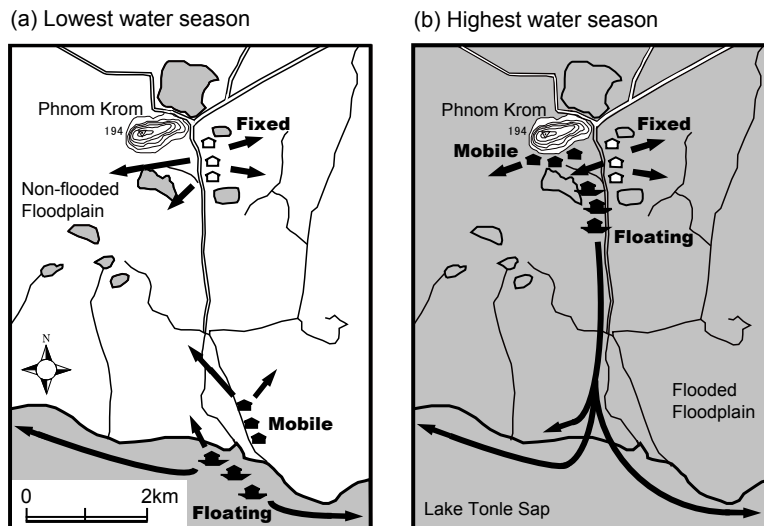


Fig. 6. Schematic diagram showing the seasonal shift of sites for residence and gathering firewood depending on the flooding pulse. Floating = floating-house style, Mobile = mobile-house style, Fixed = fixed-house style.

ている。

以上の結果から、人為的攪乱は一義的に季節的水位変動に規定されながら、日常生活がより広範に展開されている氾濫原の内陸部ほど、攪乱の内容が多様となって強度および頻度が増すことを示した。

4. 研究の成果と貢献

本研究では、植物生態学・民族植物学の視座から氾濫原生態系に成立する植物群落の類型化を試み、氾濫原の優占種である *B. acutangula* の更新特性を明らかにし、住居形態と植物資源利用・立地特性との関係を示した。本論文の総合考察では、熱帯氾濫原における植物資源の消失問題の解決は、定性的・定量的な科学技術研究の成果に基づいて提示されることを主張し、そのためには、資源保有国の研究者との協働による植物資源インベントリー研究が効果的であることを論じて、最後に熱帯氾濫原における植物資源の持続的マネジメントに関する今後の展望と課題を述べた。

本研究の意義は、熱帯氾濫原を対象とした持続可能な生態系マネジメントへの寄与である。氾濫原は本来、自然攪乱によって部分的に破壊され、その都度自然再生を繰り返す生態系である。その氾濫原において持続可能なマネジメントを見出すには、まずはその土地の植物相および植生の情報を収集することが最低限必要となる。本研究で得られた植物資源インベントリーの成果は、熱帯氾濫原の植物種多様性とその維持機構にかかわる現存植生のありかたとその成因に関する基礎情報不足の改善に資する。また、季節的な水位変動と人為的攪乱が及ぼされる熱帯氾濫原地域に適応した優占種の生態特性に関する知見は、いまだ明らかにされていない熱帯氾濫原の生物多様性維持機構を解明する上でも重要な意味を持つ。そして、氾濫原に対する地域住民の攪乱の強度と頻度の分析によって、氾濫原生態系の破壊のメカニズムを示したことは、より具体的な氾濫原生態系マネジメントを提案する際の有効な指針を提供することに貢献するといえる。