

森林・農業班

ラオスの熱帯雨緑樹林における共生系と雨緑樹林文化

加藤 真・川北 篤・奥山雄大・小林知里（京都大学大学院 人間・環境学研究所）・
小坂康之（京都大学東南アジア研究所）

キーワード：開花フェノロジー，送粉共生系，熱帯雨緑樹林，雨緑樹林文化

調査期間・場所：2004年6月16～22日，2005年1月6～11日，2005年4月18～23日，8月4～11日，
2006年3月17～28日・ラオス中部

Pollination Mutualism in tropical deciduous forests in Laos

Makoto KATO, Atsushi KAWAKITA, Yuudai OKUYAMA, Chisato KOBAYASHI
(Graduate School of Human and Environmental Studies, Kyoto University)
Yasuyuki KOSAKA (Center for Southeast Asian Studies, Kyoto University)

Keywords: flowering phenology, pollination mutualism, tropical monsoon forest,
human life in tropical monsoon forest ecosystem

Research Period and Site: 16-22 June 2004, 6-11 January 2005, 18-23 April 2005, 4-11 August 2005,
17-28 March 2006, Central Laos

要旨

ラオスの熱帯雨緑樹林の開花フェノロジーは，乾季の終わりの樹木の斉開花と，雨季の草本の開花によって特徴づけられ，送粉共生系は4種のミツバチの著しい卓越によって特徴づけられる．種子散布共生系は，脊椎動物の種子散布者の乱獲によって，大きな影響を受けていた．雨緑樹林の優占樹種であるフタバガキ科の植物は菌根共生であるが，林内に多く分布するシロアリは栽培共生によって落葉の分解に多大な貢献をしている．樹上にはツムギアリが数多く営巣しており，防衛共生系における植物の重要なパートナーである．雨緑樹林のこれらの共生系は，森林生態系の維持に重要な役割を果たしているばかりでなく，人間の生活にも多くの恵みを与えている．雨緑樹林の多くは湿地（水田）と隣接しており，その生態系の中での人々の生業の数々は雨緑樹林文化とも言うべきものである．

1．はじめに

半年ごとに南北に方向を逆転させるモンスーンは，東南アジアのそれぞれの地域に異なる季節と気候帯を付与する．タイ南部からマレー半島，そしてスマトラ島とボルネオ島に至る地域には，熱帯雨林帯が広がっている．一方，日本からベトナム北部，ラオス北部，中国雲南省，ミャンマ - 北部，インドアッサム地方，ブータン，ネパールへと続く山岳地域に広がるのが照葉樹林帯である．そしてその熱帯雨林帯と照葉樹林帯との間に，熱帯雨緑樹林帯（熱帯季節林，熱帯モンス - ン林とも呼ばれるが，以下，雨緑樹林と略す）が存在する．冬にチベット高原から吹き下ろしてくる乾燥した風が，この地域に乾燥した季節をもたらすのである．四季のある照葉樹林とも，季節変化のほとんどない熱帯雨林とも異なり，そこにめぐり来るのは雨季と乾季という二つの季節である．

北タイにかつて広がっていた雨緑樹林は、その多くが伐採されて消失してしまったが、ラオスにはまだその一部が残されている。照葉樹林文化と対比できる「雨緑樹林文化」がそこには存在しているかもしれない。

陸上生態系は、送粉共生系、種子散布共生系、菌根共生系、防衛共生系という4つの共生系によって織り込まれている。さまざまな生物同士が共進化しつつ作り上げてきたこれらの共生系は、それぞれの生態系特有のものであるばかりでなく、生態系を維持するために決定的に重要な役割を果たしている。人間の自然への働きかけの影響は、この共生系へのヒトの介在という側面から見る必要がある。

雨緑樹林について、その森林植生や生物多様性については、断片的ではあるものの、数多くの報告がある。しかし、雨緑樹林を生態系レベルで俯瞰することはこれまでほとんど行なわれてこなかった。そこで私たちは、雨緑樹林の生態系を、共生系、特に送粉共生系という視点から概観することを試みた。

アジアのほとんどの植生には季節が存在し、ボルネオ島の湿潤熱帯雨林においてすら、季節は歴然と森のリズムを支配している。季節の移り変わりは、植物の開花フェノロジーとして最も確に表現できるが、咲きついでゆく花にはそれぞれに特異的な訪花者群集がかかわり合っている。そしてこのような季節の移り変わりの中に、自然に溶け込んだ人々の生業があるはずである。雨緑樹林文化の揺籃となった生態系と、そこにおける人々と自然との関わりを理解するために、私たちはラオス中部から東北部にかけての、雨緑樹林帯から照葉樹林帯に及ぶさまざまな植生で、共生系、特に開花フェノロジーと訪花者群集の調査を行なった。

2 調査場所

ラオス中部から東北部の以下の18地点(図1, 表1)で、開花フェノロジーと訪花者群集、およびその他の共生系に関する調査を行なった。

S1. Phialat

サントン郡にあるラオス国立大学林学科の演習林とその周辺で、*Dipterocarpus alatus* や *Irvingia malayana* が優占

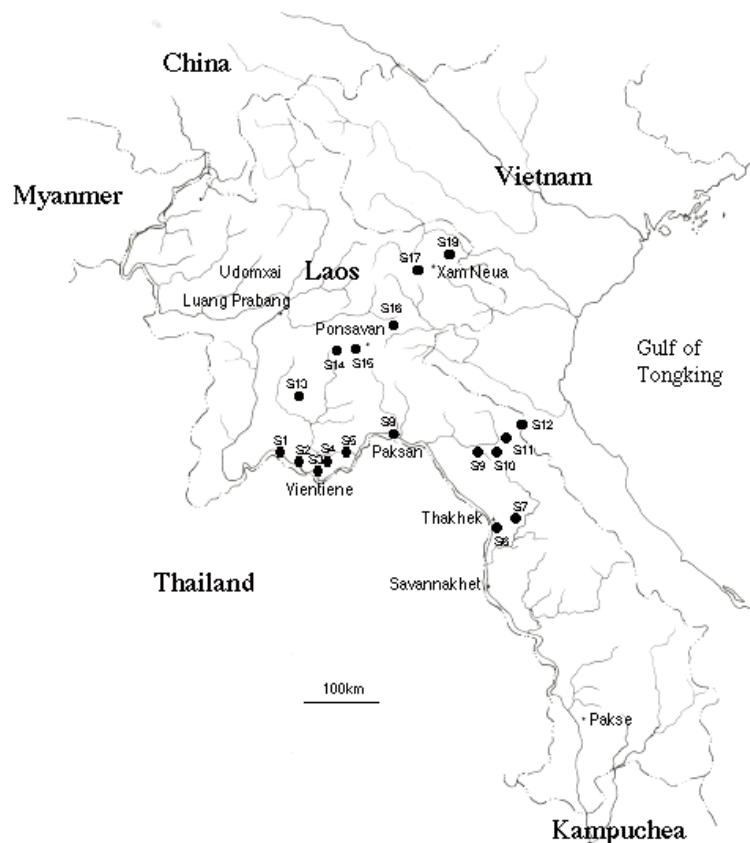


図1. ラオスにおける送粉共生系の調査地.

する雨緑樹林が残る。森林の周りには焼畑とその休閑林が広がり、谷間に天水田が分布する。

S2 . Samphana

山がメコン川に迫る場所に熱帯雨緑樹林の自然植生が残されている。川原には岩盤が露出しており、その岩盤の間には砂が堆積している。乾季の3月には特徴的な川原植生が見られたが、雨季の9月にはそれらの川原植生は、増水したメコン川の水面下にあった。

S3 . Vientiane

ヴィエンチャン市内のメコン川岸。人手が加わった荒地であるが、冠水と干出を毎年繰り返す川岸植生を含む。

S4 . Dongmakhai

ビエンチャン平原に残る貴重な雨緑樹林の保護林であるが、盗伐や過剰な利用によって退行しつつある。高

Table 1. Study sites where flowering phenology and flower visitors were monitored, with geographical, geological, vegetational data and number of plant species whose flowerings were observed

Code	Site	Prefecture	Longitude Latitude	Altitude (m)	Geology	Vegetation type	Dominant tree genera	No. of species
S1	Phialat	Vientiane	18° 11'N, 102° 14.5'E	250	alluvium	secondary forest	<i>Irvingia</i> , <i>Dipterocarpus</i> , <i>Shorea</i>	36
S2	Samphanna	Vientiane	18° 8'N, 102° 25'E	210	alluvium	riparian forest	<i>Homononia</i> , <i>Macaranga</i>	13
S3	Vientiane	Vientiane	17° 54'N, 102° 37.8'E	160	alluvium	riparian bank	<i>Muntingia</i>	5
S4	Dongmakhai	Vientiane	18° 5'N, 102° 41.5'E	180	alluvium	secondary forest	<i>Dipterocarpus</i> , <i>Shorea</i> , <i>Azelia</i>	75
S5	Ban Tankon	Vientiane	18° 4'N, 102° 56'E	180	alluvium	secondary forest	<i>Dipterocarpus</i> , <i>Shorea</i> , <i>Semecarpus</i>	5
S6	Thakhek	Khammuan	17° 16'N, 102° 58'E	270	alluvium	secondary forest	<i>Pterocarpus</i> , <i>Hopea</i> , <i>Sindora</i>	38
S7	Mahaxai	Khammuan	17° 27'N, 102° 1'E	160	limestone	natural forest	<i>Hopea</i> , <i>Duabanga</i> , <i>Lagerstroemia</i>	43
S8	Paksan	Bolikhamsai	18° 12'N, 102° 53'E	170	alluvium	secondary forest	<i>Shorea</i> , <i>Lithocarpus</i> , <i>Flacourtia</i>	4
S9	Nam Himbun	Bolikhamsai	18° 7'N, 102° 31.5'E	310	limestone	natural forest	<i>Hopea</i> , <i>Azelia</i> , <i>Pterospermum</i>	24
S10	Sai Phu Loyang	Bolikhamsai	18° 14.8'N, 102° 27'E	550	limestone	natural forest	<i>Shorea</i> , <i>Duabanga</i> , <i>Dracontomelon</i>	30
S11	Laksao	Bolikhamsai	18° 14'N, 102° 2'E	420	alluvium	secondary forest	<i>Lithocarpus</i> , <i>Elaeocarpus</i>	38
S12	Nam Phao	Bolikhamsai	18° 22'N, 102° 9'E	900	sedimental rock	natural forest	<i>Lithocarpus</i> , <i>Castanopsis</i> , <i>Quercus</i>	28
S13	Vanvieng	Vietiene	18° 20'N, 102° 60'E	420	alluvium	natural forest	<i>Shorea</i> , <i>Terminalia</i> , <i>Duabanga</i>	22
S14	Muang Sui	Xieng Khuan	19° 38'N, 102° 56'E	800	alluvium	natural forest	<i>Lithocarpus</i> , <i>Elaeocarpus</i>	17
S15	Ponsavan	Xieng Khuan	19° 34'N, 103° 10'E	720	alluvium	secondary forest	<i>Schima</i> , <i>Lithocarpus</i>	18
S16	Muang Kham	Xieng Khuan	19° 42'N, 103° 48'E	900	sedimental rock	natural forest	<i>Persea</i> , <i>Lithocarpus</i> , <i>Kidia</i> , <i>Euodia</i>	21
S17	Xam Neua	Hua Phan	20° 14'N, 103° 50'E	1300	sedimental rock	natural forest	<i>Castanopsis</i> , <i>Acer</i> , <i>Mytilaria</i> , <i>Carpinus</i>	39
S18	Viengxai	Hua Phan	20° 22'N, 104° 30'E	700	limestone	natural forest	<i>Castanopsis</i> , <i>Stylax</i>	18

木層には *Dipterocarpus alatus*, *D. tuberculatus*, *Shorea obtusa*, *Shorea siamensis*, *Afzelia xylocarpa*, *Iringia malayana*, *Terminalia alata*, *Schleichera oleosa* などが現れる。森林のまわりは天水田と灌漑田が広がっている。この森のはずれにある市場には、近隣地域のさまざまな山や野の幸が並ぶ。

S5 . Ban Tankon

ヴィエンチャンからパクサンへゆく途中の、人手が入った乾燥フタバガキ林。*Dipterocarpus alatus* が優占し、雨季の6月にはその林床に菌根性のツチグリの1種の子実体が多く出ていた。

S6 . Thakhek

里山として利用されている雨緑樹林の二次林が広がり、*Shorea siamensis*, *Dipterocarpus tuberculatus*, *Dialium cochinchinense* などが優占する。

S7 . Mahaxai

石灰岩地で、急斜面に雨緑樹林の自然植生が残るが、谷間には天水田が発達している。雨季には石灰岩の露頭で、イワタバコ科やツリフネソウ属などさまざまな草本の花が咲き乱れる。道ぞいでは、きりたった岸壁から採取してきたソテツやランがしばしば売られている。Nam Teun 川の川岸には、独特の河畔植生が見られる。

S8 . Paksan (Kengsadok)

人手の入った雨緑樹林の二次林で、1月には *Lithocarpus* の花があちこちに見られた。

S9 . Nam Hinbun

石灰岩地で、山の急斜面には雨緑樹林の自然植生が残り、*Hopea odorata*, *Afzelia xylocarpa*, *Pterocymbium macranthum* などが多い。雨季には石灰岩の露頭でイワタバコ科やツリフネソウ属などさまざまな草本の花が咲き乱れる。

S10 . Sayphou Loyang

標高 300 ~ 500m の石灰岩の丘陵地に発達した雨緑樹林。*Dracontomelon dao* の大木が残されており、その種子の利用が特徴的である。雨季には石灰岩の露頭でイワタバコ科やツリフネソウ属などさまざまな草本の花が咲き乱れる。

S11 . Laksao

照葉樹林から熱帯雨緑樹林への移行帯で、マテバシイ属、フジバシデ属、ホルトノキ属、アブラギリ属などの多い二次林が多く、谷間には天水田が広がっている。沈香の野生株はほとんど今は見られないが、その植栽地が一部に見られる。3月下旬には、半ば落葉した森で、*Bauhinia variegata* の木が葉を落としたままで、ちょうど日本のサクラのように開花していた。農耕地では最近、タチアワユキセンダングサの帰化が著しい。

S12 . Nam Phao

ベトナムとの国境付近（標高約 1200m）のシイ属やマテバシイ属、ホルトノキ属が優占する照葉樹林。林床にはヘゴ類が多く、またショウガ科やユガミウチワ科、キツネノマゴ科などの草本が多い。1月には、ベトナム側から海霧が峠までのぼってきて、冷たい霧雨を降らせていた。

S13 . Vanvieng

石灰岩地帯で、急斜面のみに雨緑樹林が残されている。雨季には石灰岩の露頭でイワタバコ科やキツネノマゴ科などさまざまな草本の花が咲き乱れる。

S14 . Muang Sui

マテバシイ属、ホルトノキ属などが優占する照葉樹林。水田の周辺の湿地にリュウキュウコザクラ属やホシクサ属などが見られた。

S15 . Ponsavan

雨緑樹林から照葉樹林への移行帯に残る二次林で、ヒメツバキ属やマテバシイ属の植物が多い。また周囲には植栽されたメルクシマツが多い。

S16 . Muang Kham

雨緑樹林から照葉樹林への移行帯で、タブ属、クロモジ属、マテバシイ属、ゴシュユ属、*Kidia* 属などの樹木が多い。林道わきにナリヤランの大きな群落が見られた。

S17 . Xam Neua

シイ属やモクレン属、リョウブ属、カエデ属、シデ属、カマツカ属、イボタ属、エゴノキ属、マツ科の油杉

Keteleeria davidian, マンサク科の *Mytilaria laosensis* などが優占する特異な照葉樹林。かつてラオスヒノキ *Fokienia hodginsii* が分布していたが、伐採によって現在は見られない。林床にはヒトリシズカ属, マンリョウ属, イズセンリョウ属, キイチゴ属, シュウカイドウ属, スミレ属などが見られた。

S18 . Vieng Xai

石灰岩地帯で、急斜面のみに照葉樹林が残されている。石灰岩の露頭には、イチジク属, コミカンソウ属, ヤマヒハツ属などの低木が多い。

Table 2. Dates of field surveys and the number of days spent for observation at each site.

Code	Date	Site																	
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18
D1	6-11 January 2005	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0
D3a	4-13 March 2003	3	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D3b	17-28 March 2006	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	1	
D3c	23-30 March 2004	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	
D4	18-23 April 2005	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	
D6	16-22 June 2004	0	0	1	1	1	2	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	
D8	4-7 August 2005	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	1	
D9	14-21 September 2003	1	1	1	2	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	

3 . 調査の概要

[1] 雨緑樹林の送粉共生系

調査地全域で開花と訪花を観察した植物の種数は 320 種だった。重点的に調査を行なっている Dongmakhai において開花と訪花を観察した植物の種数は、1 月上旬に 5 種、3 月上旬に 18 種、3 月中旬に 25 種、3 月下旬に 33 種、6 月中旬に 18 種、8 月上旬に 12 種、9 月中旬に 11 種だった。乾季の終わりに開花する種数が増加する傾向が特に樹木で認められた。

訪花者群集に関しては以下のような特徴が認められた。(1) 訪花者群集の中でハナバチ類が卓越しており、特にミツバチ属 4 種 (オオミツバチ, アジアミツバチ, ヒメミツバチ, コミツバチ) とハリナシバチ属 7 種が多くの花で観察された。これらの類はすべて人々の採蜜の対象となっている。(2) 林床に生える、シヨウガ科やキツネノマゴ科などの蜜源の深い花にはコシブトハナバチ属, シタナガコハナバチ属, アオスジコハナバチ属などの長舌のハナバチが巡回訪花をしていた。(3) ハキリバチ科とミツバチ科クマバチ亜科のハナバチが卓越する花がマメ科などで認められた。(4) 3 月に開花する樹種は、開花期間は数日から 1 週間ほどと比較的短いものの、一斉に大量の花を咲かせるのでクマバチ属やコシブトハナバチ属を含む多くのハナバチを集めていた。(5) 鳥媒とコウモリ媒が示唆された花は見られたが、実際の訪花はわずかな種でしか確認できなかった。これらの花の送粉者と考えられるクモカリドリ類, タイヨウチョウ類, オオコウモリ類は生息している。(6) 3 月はチョウの個体数が特に多く、アカネ科やキョウチクトウ科のチョウ媒の花が数多く見られた。(7) ガの訪花をいくつかの植物で観察した。(8) 林冠によじのぼるツツラフジ科のつる植物でマメゾウムシの訪花を受けているものが発見された。(9) 雨季には草本の花が数多く咲き、それらの多くには単独性で長舌のハナバチが訪花するのが観察された。(10) フタバガキ科の多くは 1 ~ 3 月にかけて開花するが、1 月と 3 月に開花していた Shorea 属や Hopea 属で、甲虫の訪花が観察された。(11) 最も気温の下がる 1 月は、開花種数が減少するものの、さまざまなハナバチが活動しており、それらはこの時期の送粉者としても重要であった。

雨緑樹林と熱帯雨林で、訪花者群集は概して似ていたが、開花フェノロジーには大きな違いが見られる。熱帯雨林では林冠木の大半が数年に一度しか一斉開花しないのに対して、雨緑樹林では林冠木の多くが毎年乾季の終わりに一斉開花を行なう。また熱帯雨林の林床では、一年を通して開花する多くの林床植物が存在するが、乾季の乾燥がきびしい雨緑樹林では、周年開花する林床植物は見られなかった。また、雨緑樹林の訪花者群集は、社会性ハナバチが卓越する点において、単独性ハナバチが卓越する日本の照葉樹林のそれと対照的であった。

最近カンコノキ属で発見された絶対送粉共生 (Kato et al. 2003) がラオスの *Glochidion rubrum* でも観察された。

Phialat において、*G. rubrum* の花にホソガの雌が訪花し、能動授粉し、子房に産卵するのが確認された。この種の他にも、カンコノキ属 6 種で、ホソガの幼虫が種子を加害しているのが観察された。またカンコノキ属に最も近縁なオオシマコバンノキ属の 1 種 *Breynia fruticosa* においても、絶対送粉共生が進化していることが発見された (Kawakita & Kato, 2004)。また、*Phyllanthus reticulatus* でも、絶対送粉共生を示唆するデータが得られている。一方、カンコノキ属とオオシマコバンノキの外群にあたるアマメシバ属の 1 種 *Sauropus quadrangularis* はハナアブ媒であることが観察された。

[2] 照葉樹林の送粉共生系

3月のサムヌアの照葉樹林では、シイ属とエゴ属の樹木が一斉開花をしており、カマツカ属、イボタ属、ツツジ属、カキ属などの樹木が開花していた。8月に開花している樹木はリョウブ属のみで、クサギ属、ハシカンボク属などの低木、マチン科の *Gelsemium elegans* などの蔓本、オオルリソウ属、*Trenia* 属などの草本が開花していた。

訪花者群集について以下のような特徴が認められた。(1) 訪花者群集の中でハナバチ類が卓越しており、特にミツバチ属 4 種 (ヒマラヤオオミツバチ、オオミツバチ、アジアミツバチ、ヒメミツバチ) が多くの花で観察された。特に3月のシイ属とエゴノキ属の花には、多くのヒマラヤオオミツバチが訪花が観察された。川沿いの岸壁では、ヒマラヤオオミツバチのたくさんの巣が観察され、森の春の一斉開花に伴ってコロニー数が著しく増加していることが推察された。(2) 蜜源の深い花では、長舌のマルハナバチの 1 種と数種のコシブトハナバチ属のハナバチが観察された。3月に観察されたマルハナバチはすべて女王であった。同じ照葉樹林に分類されるとはいえ、ラオスの照葉樹林の送粉共生系と日本のそれと比較して、オオミツバチ属 2 種の卓越がきわだっている。

[3] 雨緑樹林の共生系

雨緑樹林の 4 つの共生系は以下のような特徴を持っていた。

1) 送粉共生系

雨緑樹林の樹木は、乾季の終わり (暑季) に開花のピークを持ち、草本は雨季に開花のピークがある。樹木の送粉者として最も重要なものは、真社会性ハナバチ、特にオオミツバチとアジアミツバチであった。樹木の中には、チョウ媒、鳥媒、コウモリ媒の多く、林床草本には長舌の単独性ハナバチによって送粉される種が多いことも顕著な特徴であろう。

2) 種子散布共生系

フタバガキ類など高木の一部は風散布であるが、樹木には、サル類、ムササビ類、オオコウモリ類、鳥類などによって種子散布をされるものが多い。

3) 菌根共生系

優占樹種であるフタバガキ類はツチグリなどの菌根菌と共生している。一方、落葉分解にはシロアリが重要な貢献をしているが、そのシロアリはシロアリタケを栽培しており、シロアリの塚の存在は、菌根菌フローラや植生に大きな影響を与えている。

4) 防衛共生系

雨緑樹林の多くの樹木には、特に乾季におびただしい数のツムギアリの巣が見られる。これらのツムギアリは、植物の葉を営巢用に借りるかわりに、植食性昆虫の食害から植物を防衛している。

これらの共生系は、照葉樹林のそれとも、熱帯雨林のそれとも、大きな違いが見られた。また、これらの共生系に関わる生物の中には、人間によって利用されてきたものが多い。蜂蜜を採取するオオミツバチ、種子散布をする哺乳類や鳥類、菌根菌やシロアリタケ、ツムギアリの幼虫などである。近年の人々によるこれらの生物の過剰利用は、共生系に少なからぬ影響を与えている。特に種子散布共生系でその影響は大きく、サル類、ムササビ類、オオコウモリ類が森からほとんど姿を消してしまったため、有効な種子散布が行なわれていない樹種もあると考えられる。

[4] 水田と隣接する雨緑樹林生態系と雨緑樹林文化

ラオスの雨緑樹林はかつて平原にも山地にも広く広がっていたと考えられるが、平原地帯では水田に、山地では焼畑に開かれてきたため、原生状態の森はほとんど残されていない。特に、ラオス北部の山地では、焼畑による森林の消失が著しい。むしろ豊かな水田がある平原の村の周囲には、里山として伝統的に利用されてきた雨緑樹林の二次林が残されていることが多い。

ピエンチャン平原で最後の雨緑樹林が残されている場所は、Dongmakhai 村である。この村は 1945 年に森を伐り開いてできた村で、その当時はトラが生息していたという。村びとは森を開き、そこに天水田を作ったが、水田の中の畦には、伐り残された *Terminalia alata* などの樹木が今でも立っている。Dongmakhai 村の森は保護林とされて残されてきたが、この村の市場は特に雨緑樹林と水田生態系の自然の産物が並ぶことで著しい。そして、人々に利用されてきたこれら自然の産物は、雨緑樹林と湿地（水田）が隣接しあう雨緑樹林生態系に息づいてきた雨緑樹林文化を如実に語るものでもある。

雨緑樹林文化の構成要素は以下のようなものである。

- ・モチ米食
- ・竹の利用（建築材、容器、筥、楽器、食材など、さまざまに利用される。竹の種類が多く、季節がめぐるとにさまざまなタケノコが利用される）
- ・雨緑樹林のさまざまな花の食材としての利用（ノウゼンカズラ科の花、ショウガ科の花序などが頻繁に利用される）
- ・メコン川とその支流の豊富な川の幸
- ・水田雑草の利用（水田に生える実によくの雑草や雑藻が採取され、市場に売られ、食卓にのぼる）
- ・水田に生息する生物の利用（水田に生息するさまざまな昆虫 - タガメ、ゲンゴロウ、ガムシ、ヤゴ、イナゴ、コオロギ、タニシ、カエル、オタマジャクシ、スジエビ、カニ、タウナギなどが食卓にのぼる）
- ・雨緑樹林の昆虫の利用（セミ、シロアリ、ツムギアリ、カメムシ、ミツバチ、カイコが採取され、食卓にのぼる）
- ・雨緑樹林の動物の利用（オオコウモリ、ムササビ、マメジカ、タケネズミ、野鶏などの利用）
- ・雨緑樹林のキノコ、特にシロアリタケの利用（雨緑樹林の落葉分解系を支えるシロアリはシロアリタケを栽培しているが、その子実体は人間にとっても非常においしい。そのほかに菌根菌のツチグリ、腐朽菌のアシゲロタケなどが利用される）
- ・苦味に対する執着（ケンノーマイには必ずヤーナンの絞り汁が加えられる。またムササビの胆のう、インドセンダンの若芽などの苦味もしばしば料理に使われる）

昆虫の利用が特に顕著である理由は、季節がはっきりしていて、昆虫の発生が短期に集中し採取しやすいこと、乾季は水田の仕事がなく、ひまなため、昆虫採集に専念できること、乾季には水域が縮小するので水生昆虫が採集しやすいこと、雨緑樹林で最も個体数の多い昆虫のひとつであるツムギアリが非常においしい食材であったことなどが関係しているだろう。また、水田において、食物連鎖を構成するさまざまな生物が食用に利用されているばかりでなく、その採取が除草（除藻）や害虫駆除としての機能もあることが、これらの採取活動のきわだった特徴である。

引用文献

- Kato, M., A. Takimura, and A. Kawakita. 2003. An obligate pollination mutualism and reciprocal diversification in the tree genus *Glochidion* (Euphorbiaceae). *Proc. Nat. Acad. Sci.* 100: 5264-5267.
- Kawakita, A. & M. Kato. 2004. Obligate pollination mutualism in *Breynia* (Phyllanthaceae) further documentation of pollination mutualism involving *Epicephala* moths (Gracillariidae). *Am. J. Bot.* 91: 1319-1325.

Abstract

Flowering phenology and pollination mutualism in tropical monsoon forests in Laos are characterized

by yearly mass-flowering in the end of dry season and dominance of four species of honeybees, respectively. The seed-dispersal mutualism is now endangered by overcollecting of vertebrate seed-dispersers by people. The dipterocarp tree species which are dominant in the forest are symbiotic with mycorrhizal fungi. In contrast, termites are cultivating symbiotic fungi in their nests, and contribute to decomposition of fallen leaves. Leaf-weaving ants are very abundant in the forest canopy, and they are important partners which defend the plants against herbivorous insects. These mutualisms contribute to maintenance of the ecosystem and greatly benefit human life. The ecosystem involves the forests and the wetlands (paddy fields), and the human life in the tropical monsoon forest ecosystem is distinguished from those of warm temperate evergreen forests and tropical rain forests.