

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 3 日現在

機関番号：32665

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2016

課題番号：26740031

研究課題名(和文) タイ・コンケン市における生物多様性ポテンシャルマップの作成と活用施策の提案

研究課題名(英文) Development of Biodiversity Potential Map in Khon Kaen, Thailand and Proposal for its Utilization

研究代表者

伊東 英幸 (ITO, Hideyuki)

日本大学・理工学部・准教授

研究者番号：70434115

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、途上国の典型的な地方都市であるタイのコンケン市を対象として、緑地(緑被率)の経年分析や、保全の重要性が高いLeopard cat、Green peafowl、Butterfly lizardの3種を代表種として生物多様性ポテンシャルマップを作成し、インフラ整備に伴う自然環境への影響について定量的に評価を実施した。

その結果、2011年及び2015年を比較した場合、森林面積は1,935ha(41%)、緑被率は11%減少し、3種の生物種の生息適性モデルを統合して作成した生物多様性ポテンシャルマップにより、保全に必要な生物種の生息環境も約41%も減少していることが示された。

研究成果の概要(英文)：This research aimed to analyze the change of urban area and greenery (green coverage ratio) focusing on Khon Kaen city, one of typical local cities in Thailand and then made a biodiversity potential map to assess the adverse impacts quantitatively to nature environment by infrastructure developments.

As the result, when comparing changes over in 2011 and 2015, the forest area and the green coverage ratio decreased to 1,935ha (41%) and 11% respectively, and it was shown that the habitat area for endangered species decreased around 41% by biodiversity potential map made by integrating suitability index models of 3 endangered species.

研究分野：環境影響評価

キーワード：適性指数モデル 生物多様性ポテンシャルマップ 途上国 絶滅危惧種 緑被率

1. 研究開始当初の背景

発展途上国の多くの地方都市では、急速な経済発展に伴うインフラ整備や都市のスプロール化などにより、多くの生物多様性や生態系が消失し、絶滅の恐れのある生物種が増加傾向にある。この主な原因として戦略的に生態系への悪影響を回避、最小化、代償するための基礎的なデータや情報が十分整備されていないことや生態系評価手法が確立していないことなどがあげられる。

そこで本研究では、タイの典型的な途上国の地方都市の一つであるコンケン市を対象とし、土地利用に関するデータベースを構築するとともに、経年分析により緑地面積や緑被率、生態系サービスなどがどの程度減少しているのか、また生息域適性指数モデルに基づく生態系評価手法の導入の検討を行うとともに、その手法を活用し、戦略的な生物多様性保全に活用可能で、絶滅危惧種などの生息適性を広域にかつ定量的に評価可能な生物多様性ポテンシャルマップを作成し、環境共生型土地利用計画の立案に向けた基礎的な研究を行う。

2. 研究の目的

本研究は、典型的な途上国の地方都市であるタイ・コンケン市を対象として、以下の3つの研究目的の下、実施した。

- (1) インタビュー調査や現地調査を行い、今後の都市計画や土地利用計画を検討する上で必要となる詳細な土地利用データベースをGIS(地理情報システム)を用いて作成する。
- (2) 構築した土地利用に関するデータベースを基に経年変化に伴う緑被率や森林、湿地等の面積の推計、CO2固定量、大気浄化機能等の生態系サービスの経年評価を行う。
- (3) 都市のスプロール化などによって絶滅の恐れがあり、保全優先度の高いLeopard cat、Green peafowl、Butterfly lizardの3つの生物種に着目し、それぞれ適性指数モデルを構築するとともに、現地調査を実施して生物多様性ポテンシャルマップを作成し、都市のスプロール化に伴う定量的な影響評価を行うことを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 土地利用データベースの構築

本研究ではまず、タイ・コンケン市において平成26年10月および平成27年1月に現地調査を実施した。これらの現地調査では、2014年現在の土地利用を正確に把握するために半径約10kmの環状道路内の市内全域を対象として土地利用状況に関する現地踏査を実施するとともに、各地に点在する森林を対象として、CO2固定量の推計等で必要となる樹木の全乾比重等の値を算出するために、

無作為に10mメッシュのコドラートを設定し、樹木の幹径と高さを調査した。

また、コンケン市の都市計画課の担当者に対し、近年の都市化の状況や土地利用規制等に関するインタビュー調査を実施した(表1)。

表1 平成26年度の現地調査の概要

日程	① 平成25年10月22日から26日
	② 平成26年1月7日から10日
調査内容	<ul style="list-style-type: none"> ・コンケン市内全域の土地利用の現地調査 ・コンケン市役所とコンケン大学にて土地利用や植生に関するインタビュー調査 ・各地の森林植生の確認および幹径、高さを調査

GISデータの構築にあたり、まず2011年に撮影されたGoogle Earthの衛星写真を基に、土地利用状況を50mメッシュで分類した。その後、現地調査結果を基に2014年時点のGISデータへの更新作業を行った。また、コンケン大学から2008年の市街地区画データを提供頂き、構築した2011年のGISデータやインタビュー調査の結果を基に、2008年当時の土地利用を推計しGISデータを構築した。また土地利用や道路整備状況を把握するために、平成28年1月にも現地調査を実施し、環状道路内の市内全域を対象として現地踏査を行い、5mメッシュの詳細な土地利用に関するGISデータを構築した。

(2) 緑被率や生態系サービスの評価方法

次に山田ら(2013)^①の研究で用いられている推計式をもとに森林のCO2固定量を推計した。CO2固定量を推計する際に必要となる樹木の成長率や全乾比重の対応表の値は、コンケン大学のDr. Adcharapornへのインタビュー調査と現地調査をもとにD. A. King(2005)^②らのフタバガキ科(Dipterocarpus属)のデータを参考にした。

また、大気浄化機能の推計にあたり、山田ら(2013)^①の推計式を用いて、森林や畑、水田等の土地利用別に大気浄化機能を推計した(表2)。

表2 CO2固定量、大気浄化機能の推計式

	推計式	凡例
1	$C = \sum_{i=1}^n (X_i * W_i * G_i * 0.5)$	Xi=森林の面積(ha) Wi=全乾比重 Gi=年間成長率
2	$NO_2 = P_g * 15.5 * C_{NO_2}$	Pg=総生産量(t/ha*Y) CNO2=濃度(μg/cm³)
3	$SO_2 = P_g * 20.7 * C_{SO_2}$	Pg=総生産量(t/ha*Y) CSO2=濃度(μg/cm³)

(3) 適性指数モデルの構築

適性指数モデルの構築にあたり、絶滅危惧

種のなかから評価を行う代表種の選定を行った。コンケン大学の生物学者であるDr. Adcharaporn の協力の下、森林に生息しているコンケン市の絶滅危惧種 9 種の中で、特に保全の重要度が高い Butterfly lizard、Leopard cat、Green peafowl の 3 種を代表種として選定した。

はじめに Butterfly lizard の各種文献を収集し、生息必須環境条件として、森林の気温、照度、森林密度、地表温度の 4 項目を抽出し、適性指数モデルを構築した。適性指数モデルは、文献に記載されている生息環境条件に関するデータを基に最も適している環境条件を適性指数値 1.0 と設定し、生息不可能な環境条件に対して適性指数値 0 と設定したモデルである。

次に、Leopard cat、Green peafowl の 2 種の生息必須条件について各種文献を収集した。これらの文献に基づいて、気温、湿度、樹高、林間被覆割合、水辺からの距離（クジャクのみ）、以上の 5 つを生息必須条件として設定し適性指数モデルを構築した。

以上の適性指数モデルを基に、平成 28 年 1 月および平成 29 年 1 月に現地調査を実施し、市内に存在する 50ha 以上の森林 12 箇所を対象として、10m メッシュのコドラートを設定し、樹木の幹径、高さ、森林内の気温、照度、森林密度、地表温度などのデータを取得した。これらのデータを各生物種の適性指数モデルに適用し、各森林のハビタット適性指数値を求め、生物多様性ポテンシャルマップを作成した。また、12 か所の森林周辺に存在する小規模な森林も同じハビタット適性指数値として評価を行った。

4. 研究成果

(1) 土地利用に関する経年分析の結果

まず、2008 年から 2014 年にかけて緑地面積を比較した結果、208.2ha 減少していることが示され、緑被率は 7%減少していることが示された。図 1 はコンケン市の各エリアの緑被率の推移と、コンケン自治体管轄エリアにおける市街地面積の経年変化を比較したものである。その結果、エリアごとに都市化に差があり、特にエリア 1、3 は緑被率が顕著に減少傾向にある。一方、低地で冠水等の危険があるエリア 2、4 は住宅地開発等が進んでおらず、緑被率の減少率は比較的少ない傾向が示された。

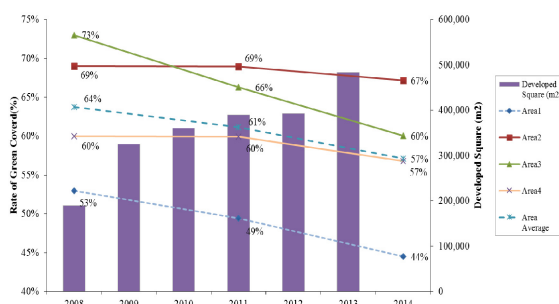


図 1 各エリアの緑被率と市街地面積の関係

次に、森林の CO2 固定量に着目すると、2008 年から 2014 年にかけて約 1050.7t の CO2 固定量の減少が示された。また、大気浄化機能を推計した結果、森林や畑、水田の面積の減少により、2008 年から 2014 年にかけて NO2 吸収量が 44.6t、SO2 吸収量は 13t 減少したことが示された。これにより生態系サービスも毎年減少していることが示された。表 3 にこれらの結果を示す。

(2) 保全対象した 3 種の生物種の適性指数モデルの構築結果

保全の重要度が高い Butterfly lizard、Leopard cat、Green peafowl の 3 種の適性指数モデルを以下に示す。

Butterfly lizard は、生息必須条件に関する文献調査を行ったところ、平均気温、地表温度、森林の密度、照度が生息に関係しているため、これらに関する観測データなどを基に図 2 のとおり、適性指数モデルを構築した。

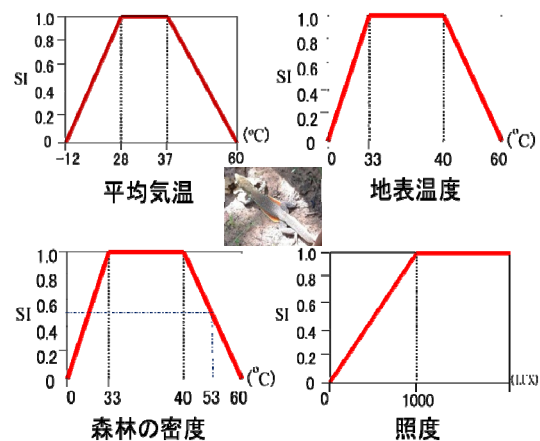


図 2 Butterfly lizard の適性指数モデル

次に、Green peafowl の適性指数モデルを図 3 に示す。Green peafowl に関しては、文献調査により、平均気温、湿度、水辺からの距離、林冠被覆割合、樹高が生息環境として重要であるため、既往研究で示されている観測データ等を基に適性指数モデルを構築した。

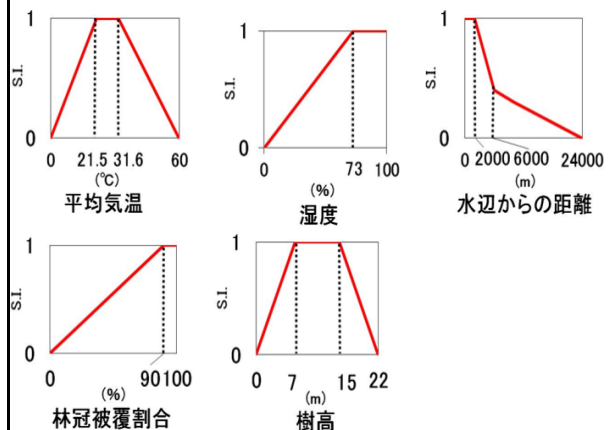


図 3 Green peafowl の適性指数モデル

次に、Leopard cat の適性指数モデルを図4に示す。Leopard cat に関する文献調査を実施した結果、平均気温、湿度、林冠被覆割合、樹高が生息環境として重要であるため、観測データ等を基に適性指数モデルを構築した。

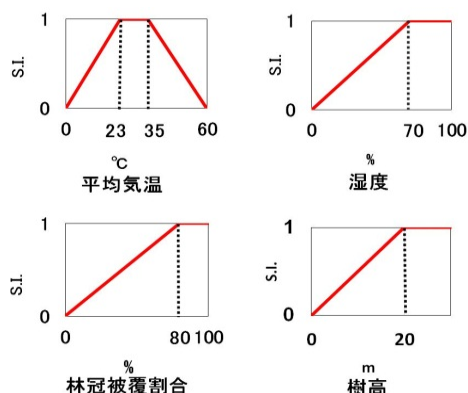


図4 Leopard cat の適性指数モデル

(3) 生物多様性ポテンシャルマップ作成による評価の結果

今回構築した3種の適性指数モデルに、森林12か所で現地調査した結果を適用し、適性指数値を算定した。また3種ともに、算定した各生息必須条件の適性指数値を算術平均し、総合的な質を表すハビタット適性指数値を算定した。表4に Butterfly lizard の森林12カ所における評価結果を示す。

均し、総合的な質を表すハビタット適性指数値を算定した。表4に Butterfly lizard の森林12カ所における評価結果を示す。

表4 Butterfly lizard のハビタット適性指数値の結果

森林	結果	2011面積(m ²)	2015面積(m ²)	気温(°C)	土壌温度(°C)	照度	木の密度
①	実測値	494.50	230.30	28.0	28.3	370	0.12
	SI値			1.00	0.86	0.37	1.00
	HSI値			0.81			
②	実測値	360.50	109.70	29.20	29.30	1000	0.14
	SI値			1.00	0.89	1.00	1.00
	HSI値			0.97			
③	実測値	128.20	100.90	30.40	29.30	720.00	0.27
	SI値			1.00	0.89	0.72	0.00
	HSI値			0.65			
④	実測値	266.90	132.90	33.10	31.30	1000.00	0.02
	SI値			1.00	0.95	1.00	0.40
	HSI値			0.84			
⑤	実測値	298.40	201.80	31.00	28.70	680.00	0.10
	SI値			1.00	0.87	0.68	1.00
	HSI値			0.89			
⑥	実測値	324.80	165.90	31.70	28.70	360.00	0.25
	SI値			1.00	0.87	0.36	0.00
	HSI値			0.56			
⑦	実測値	95.30	61.10	31.00	30.30	306.00	0.19
	SI値			1.00	0.92	0.31	1.27
	HSI値			0.88			
⑧	実測値	534.70	346.90	30.50	28.00	450.00	0.16
	SI値			1.00	0.85	0.45	1.07
	HSI値			0.84			
⑨	実測値	91.50	61.10	29.60	28.00	80.00	0.15
	SI値			1.00	0.85	0.08	1.00
	HSI値			0.73			
⑩	実測値	141.50	283.70	30.00	30.30	1500.00	0.15
	SI値			1.00	0.92	1.00	1.00
	HSI値			0.98			
⑪	実測値	183.90	109.60	31.50	29.00	400.00	0.20
	SI値			1.00	0.88	0.40	1.33
	HSI値			0.90			
⑫	実測値	339.80	130.70	31.50	31.30	1400.00	0.08
	SI値			1.00	0.95	1.00	1.00
	HSI値			0.99			

表3 構築したGISデータの特徴と各推計結果

凡 例	2008年	2011年	2014年
特 徴	住宅地がほぼコンケン自治体管轄エリア内に集中しているが、環状線沿いにはエリア3を除き、あまり市街地が構成されていない。	環状道路周辺に住宅地が点在するようになり、特にエリア4の市街地面積が大幅に増加した。エリア2は冠水の危険性があるため、あまり変化がない。	エリア2を除き、環状道路周辺で住宅地開発が進み、多くの森林や水田、畑の面積が減少した。一方で、人工湿地の造成により湿地の面積は増加した。
データ作成方法	コンケン大学から提供頂いた市街地区画データと、Google Earth のデータから土地利用を推計し作成。	2011年時点での Google Earth のデータを基に、土地利用を推計し、作成。	2011年のGISデータをもとに、現地調査と、2014年時点での Google Earth から土地利用を更新し作成。
緑被率 (%)	64	61	57
市街地面積 (h a)	4,943	5,523	6,050
森林面積 (h a)	870.0	713.5	505.3
湿地帯面積 (h a)	529	546	718
水田・畑面積 (h a)	12,182	11,760	11,033
CO ₂ 固定量	2502.9	2051.3	1452.2
NO ₂ 吸収量 (t / Y)	106.0	87.3	61.4
SO ₂ 吸収量 (t / Y)	31.5	26.1	18.5

その結果、森林のハビタット適性指数値は③や⑥の地点を除いて概ね高い結果となった。次に、森林 12 か所における Leopard cat および Green peafowl の適性指数値およびハビタット適性指数値の結果を表 5 に示す。なお、水辺からの距離は各メッシュで推計しているため非表示としている。その結果、すべての森林において生息環境として概ね高い質を有していることが示された。

3 種の生物種のハビタット適性指数値をそれぞれ算術平均により求めた結果を表 6 に示す。その結果、森林のハビタット適性指数値は②や⑫などの地点が高い結果となり、各森林のハビタット適性指数値は全体として比較的高い傾向がみられた。

表 6 各森林の 3 種の HSI 値と生息適地面積

森林	森林面積		測定結果	評価対象生物種		
	2011面積 (m ²)	2015面積 (m ²)		Green peafowl	Leopard cat	Butterfly Lizard
①	494.50	230.30	HSI値 平均値	0.92 0.83	0.75 0.83	0.81 0.81
②	360.50	109.70	HSI値 平均値	0.88 0.86	0.72 0.86	0.97 0.86
③	128.20	100.90	HSI値 平均値	0.83 0.72	0.67 0.72	0.65 0.65
④	266.90	132.90	HSI値 平均値	0.74 0.74	0.63 0.74	0.84 0.74
⑤	298.40	201.80	HSI値 平均値	0.83 0.81	0.70 0.81	0.89 0.81
⑥	324.80	165.90	HSI値 平均値	0.82 0.68	0.67 0.68	0.56 0.68
⑦	95.30	61.10	HSI値 平均値	0.87 0.82	0.70 0.82	0.88 0.82
⑧	534.70	346.90	HSI値 平均値	0.87 0.80	0.70 0.80	0.84 0.80
⑨	91.50	61.10	HSI値 平均値	0.90 0.80	0.77 0.80	0.73 0.80
⑩	141.50	283.70	HSI値 平均値	0.87 0.85	0.72 0.85	0.98 0.85
⑪	183.90	109.60	HSI値 平均値	0.82 0.80	0.67 0.80	0.9 0.80
⑫	339.80	130.70	HSI値 平均値	0.78 0.87	0.83 0.87	0.99 0.87

次に算定した 3 種のハビタット適性指数値の結果を表 7 に示す。その結果、都市中心部が著しく質の高い環境が破壊されている傾向がみられ、特に北東エリアにおいては都市化に伴う生息環境の損失が著しいことが示された。また環状道路周辺においても住宅地の開発などの都市のスプロール化により、非常に質の高い森林や生息環境が損失していることが示された。

また都市全体での定量的な影響評価を行うため、推計したハビタット適性指数値に森林面積を乗じてハビタットユニットを算定した。ハビタットユニットは、生息環境の質と、生息可能な面積、いわゆる量の両面を定量的に評価するものである。その結果、2015 年は 2011 年と比較して 1,060 ハビタットユニット損失したことが示された。これは生息環境として最も質の高い (ハビタット適性指数値が 1.0) で換算して 1,060ha 損失したことが示された。

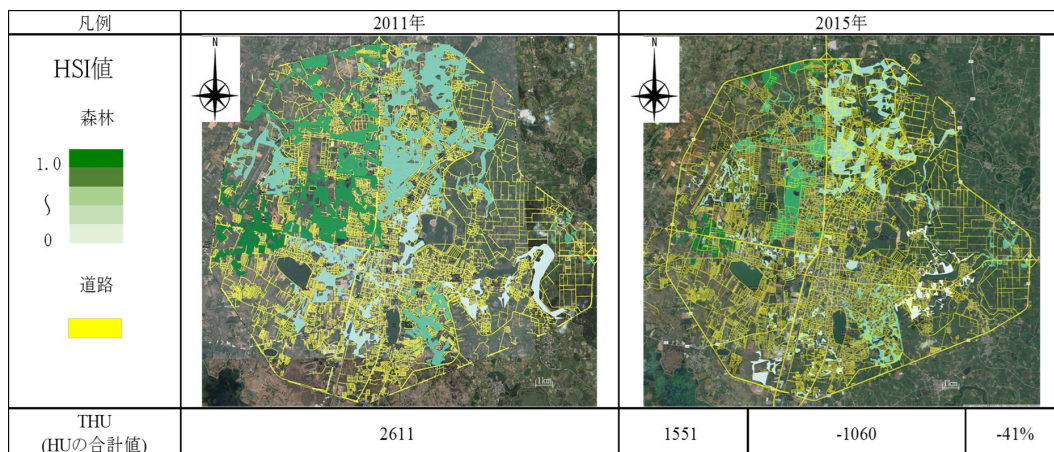
(4) まとめ

本研究は、タイの典型的な途上国の地方都市の一つであるコンケン市を対象とし、詳細な土地利用データベースを構築するとともに、適性指数モデルを活用した生物多様性ポテンシャルマップを作成し、都市のスプロール化による生息環境への影響について、従来の緑被率などによる評価だけでなく、質と量の両方の観点からの定量評価を実施し、絶滅危惧種の生息環境が著しく減少していることを示した。今後は、これらの分析結果を活用し、環境共生型の土地利用計画の策定方法などの検討を行っていく必要がある。

表 5 Leopard cat および Green peafowl の適性指数値およびハビタット適性指数値の結果

地点番号	気温(°C)	SI値		湿度(RH)	SI値		木の高さ 平均値(m)	SI値		林間被覆 割合(%)	SI値		水系からの 距離(m)	SI値		HSI値	
		G. Peafowl	Leo. Cat		G. Peafowl	Leo. Cat		G. Peafowl	Leo. Cat		G. Peafowl	Leo. Cat		G. Peafowl	Leo. Cat		
①	28.0	1.00	1.00	54%	0.74	0.68	7.1	1.00	0.36	76.1	0.85	0.95	-	1.00	-	0.92	0.75
②	29.2	1.00	1.00	55%	0.75	0.69	5.95	0.84	0.30	71.6	0.80	0.90	-	1.00	-	0.88	0.72
③	30.4	1.00	1.00	52%	0.71	0.65	5.37	0.76	0.27	60.7	0.67	0.76	-	1.00	-	0.83	0.67
④	33.1	0.95	1.00	40.7%	0.56	0.51	3.23	0.45	0.16	68.7	0.76	0.86	-	1.00	-	0.74	0.63
⑤	31.0	1.00	1.00	55%	0.75	0.69	4.38	0.62	0.22	71.9	0.80	0.90	-	1.00	-	0.83	0.70
⑥	31.7	1.00	1.00	50%	0.68	0.63	5.25	0.74	0.26	61.8	0.69	0.77	-	1.00	-	0.82	0.67
⑦	31.0	1.00	1.00	49%	0.67	0.61	6.54	0.92	0.33	68.7	0.76	0.86	-	1.00	-	0.87	0.70
⑧	30.5	1.00	1.00	46.4%	0.64	0.58	8.63	1.00	0.43	64.3	0.71	0.80	-	1.00	-	0.87	0.70
⑨	29.6	1.00	1.00	53.5%	0.73	0.67	10.25	1.00	0.51	71.0	0.79	0.89	-	1.00	-	0.90	0.77
⑩	30.0	1.00	1.00	50%	0.68	0.63	5.92	0.83	0.30	74.5	0.83	0.93	-	1.00	-	0.87	0.72
⑪	31.5	1.00	1.00	41.3%	0.57	0.52	5.23	0.74	0.26	71.4	0.79	0.89	-	1.00	-	0.82	0.67
⑫	31.5	1.00	1.00	38%	0.52	0.48	18	0.57	0.90	73.3	0.81	0.92	-	1.00	-	0.78	0.83

表 7 2011 年および 2015 年の生物ポテンシャルマップ作成による比較結果



<引用文献>

- ① 山田 順之、GISを活用した緑地の環境保全機能の評価-静岡県掛川市を例として-、土木計画学会概要、Vol. 11、2013、61-69
- ② D. A. King、Tree growth is related to light interception and wood density in two mixed dipterocarp forests of east-north Asia、Functional-Ecology、Vol. 19、2005、445-453

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 1 件)

- ① H. Ito、S. Ko、K. Watanabe、T. Fujii、K. Hayashi、Assessment by Land Use Change using SI models in Khon Kaen, Thailand、Proceedings of the 36th Annual Conference of the International Association for Impact Assessment、査読有、2016、Online Proceedings、<http://conferences.iaia.org/2016/Final-Papers/Ito,%20Hideyuki%20-%20Assessment%20by%20Land%20Use%20Change%20Using%20SI%20Models%20in%20Thailand.pdf>

[学会発表] (計 2 件)

- ① H. Ito、K. Watanabe、T. Fujii、K. Hayashi、Impact Assessment by Land Use Change in Khon Kaen City, Thailand、International Symposium on EcoTopia Science 2015、査読無、2015年11月28日、名古屋大学(愛知県・名古屋市)
- ② 伊東英幸、渡部圭次、藤井敬宏、途上国の地方都市を対象とした都市化による生態系サービスの影響評価に関する基礎的研究 -タイ・コンケン市を対象として-、土木学会平成27年度全国大会第70回年次学術講演会、査読無、2015年9月17日、岡山大学(岡山県・岡山市)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

伊東 英幸 (ITO, Hideyuki)
日本大学・理工学部・准教授
研究者番号：70434115

(2) 研究協力者

Thaned Satiennam
Adcharaporn Pagdee
Wanpen Wirojanagud