

研究種目：基盤研究 (C)  
 研究期間：2007-2009  
 課題番号：19570028  
 研究課題名 (和文)  
 照葉樹林の植生動態に対するシカと外来植物の影響と生物多様性保全に関する研究  
 研究課題名 (英文)  
 The Studies on the conservation of the bio-diversity and dynamics of Lucidophyllous forest under the pressure of Sika deer and expansion of alien tree species.  
 研究代表者 前迫 ゆり (Maesako Yuri)  
 大阪産業大学・人間環境学部・教授  
 研究者番号：90208546

## 研究成果の概要 (和文)：

春日山原始林において、防鹿柵と外来樹木のクリッピングによる実験区を計7カ所に設置し、木本実生および林床植生の変化を2007年秋期から2009年秋期の二年間にわたって調査した。その結果、シカ防鹿柵の設置は、コジイやツクバネガシなどの生残率を有意に高めたが、外来樹木のクリッピングに対する効果は明確には得られず、生物多様性の回復には時間を要することが示唆された。さらに自動撮影装置の解析から、シカの出現頻度は全体の約8割を占め、シカの森林利用が進行していることが明らかにされた。

## 研究成果の概要 (英文)：

We set up the protected areas to clarify effects of Sika deer and alien species in the warm temperate forest of Kasugayama Forest Reserve from September 2007 to October 2009. The field examination showed that survival rates of seedlings such as *Castanopsis cuspidate* and *Quercus sessilifolia* were significantly high in the plots protected from sika deer, however the effect of clipping alien species was not clearly showed in the period. The automatic sensor cameras at eight plots for one year from October 2007 to September 2008 indicated that sika deer comprised 83.5 % of the mammals photographed at all points. The result suggest that the forest use and the forest disturbance by the deer are remarkable.

## 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	1,800,000	540,000	2,340,000
2008 年度	700,000	210,000	910,000
2009 年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：生態学

科研費の分科・細目：環境・生態

キーワード：照葉樹林, 外来種, 生物多様性, シカ柵実験区, 世界文化遺産, 森林動態

1. 研究開始当初の背景

シカの食害は、日本を代表する原生的自

然への脅威であり(湯本・松田 2006),シカの食害によって森林の次世代である稚樹や実生が消えて森林の存続が危ぶまれるという危機的状況にある。前迫は1998年より春日山原始林に成立する照葉樹林を対象にシカと照葉樹林との問題に着手し,春日山原始林の照葉樹林群集の生物多様性が低下していることに警鐘を鳴らしており(前迫2002),照葉樹林への外来種の侵入と拡散について,本研究分担者の神崎氏および名波氏とともに研究を開始し,照葉樹林に外来種が群落形成しつつあることを確認した(Maesako et al. 2003, 2007)。

植食性動物であるシカによる生態系攪乱は,国内外において大きな生態学的問題とされるなど,森林の断片化とシカによる食害は,生物多様性を著しく劣化させ,生態系の攪乱を引き起こしている。

研究対象域とする春日山原始林および奈良公園に成立する照葉樹林は地域固有の生態系であり,人間環境の中にあつて歴史的・文化的背景をもつ森林の存在意義は大きい。しかしニホンジカ(天然記念物)の負荷により,春日山原始林と奈良公園に成立する照葉樹林は崩壊の危機に直面している(山倉ほか2001,立澤・藤田 2001,前迫 2002,2003,2006)。

春日山原始林の先駆的樹木に対するシカの被食圧はShimoda et al.(1994)によって検証がなされているが,在来種であるコジイ,ツクバネガシ,アカガシなどブナ科植物に対しても顕著であり,その一方,外来植物であるナンキンハゼとナギはシカの不嗜好植物であるために,20-30頭/km<sup>2</sup>と高密度状態となっているシカが外来種の定着と拡大を促進している可能性は大きい。したがってシカと外来種の2要因は照葉樹林構成種の劣化に大きく関わっていると考えられるが,防鹿柵設置による,シカと森林との関係性についての検証はまだなされていない。

## 2. 研究の目的

本研究課題は,春日山原始林(世界文化遺産,国指定天然記念物)および奈良公園域の照葉樹林群集に大きな負荷を与えている外来種(ナギとナンキンハゼ)の侵入・拡散とシカの食害という二つの生物的要因の相互作用を,野外実験系の設定とモニタリングによって解明することである。さらに,空中写真と現地植生調査により,春日山原始林に成立する照葉樹林の植生動態の解析,シカの森林利用についても,実験区で自動撮影装置をセットすることによって,解析を試みた。

本研究によって,照葉樹林における外来種の侵入とシカの攪乱という2つの生物的

要因と森林動態および生物多様性との関連を明確にすることをめざす。

## 3. 研究の方法

### (1) 防鹿柵実験区設置

森林動態と生物多様性に関するシカと外来種の影響を探るために,春日山原始林に2008年9月に防鹿柵を設置した(図1)。

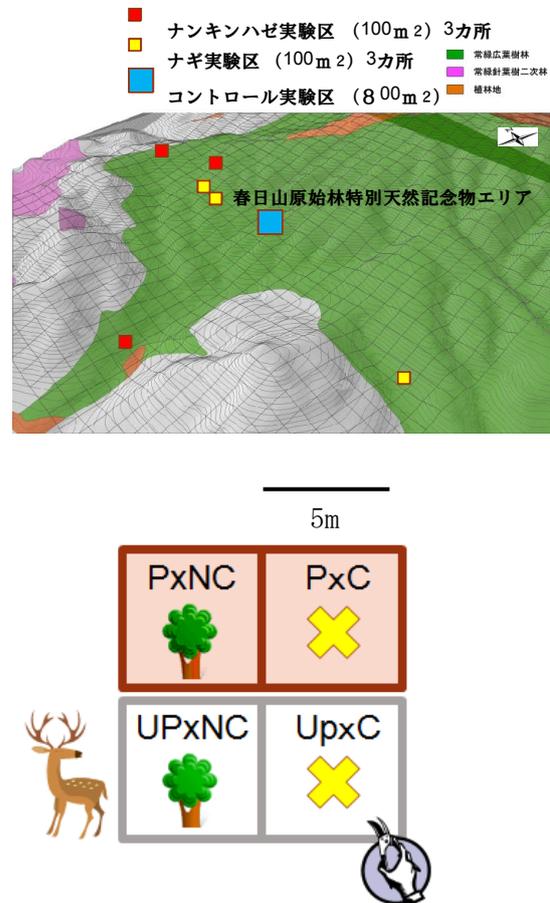


図1. 調査地における防鹿柵設置(上図)と防鹿柵実験区の構成(下図.P: protected 保護区, Up: unprotected 非保護区, NC: non clipping クリッピング無, C: clipping クリッピング有)。サブコドラート(5m×5m)4個で1実験区がセットされた。

防鹿柵実験区は,5m×5mのサイズをサブプロットとして,a)防鹿柵・外来種(ナギまたはナンキンハゼが生育)サブプロット,b)防鹿柵・外来種除去サブプロット,c)防鹿柵無・外来種サブプロット,d)防鹿柵無・外来種除去サブプロットを1ユニット(10m×10m)として,ナギを含む群落に3プロット,ナンキンハゼを含む群落に3プロット,計6プロットの実験区を設置した。また外来種を含まない森林群落の柵効果を見るために,20m×20mの防鹿柵実験区とコントロール区

も同時に設置した。これら実験区における木本実生の個体数および高さを春期（5-6月）と秋期（10-11月）に調査した。同時に種子供給を調査するために、サブプロットあたり2個のシードトラップを設置した(図2)。



図2. 防鹿実験区に設置されたシードトラップと林床の実生。

(2) 空中写真によるギャップ解析と植生

ナンキンハゼの拡大要因と植生動態との関係性をみるために、1961年、1999年、2003年の空中写真によりギャップ判読を行った。植生調査を行い、ギャップにおける種組成の動向を比較・検討した。

(3) ツクバネガシの種子・実生の初期動態

ツクバネガシの成熟木を母樹として、母樹から1m×10mの防鹿柵実験区を春日山原始林の斜面5カ所に設置した(図3)。

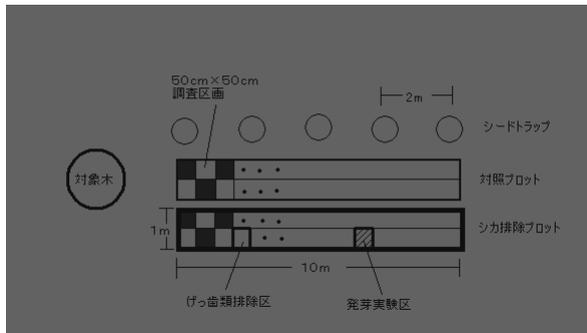


図3. 春日山調査プロット概念図。

(4) シカによる森林利用

春日山原始林に生息するシカの森林利用に関する基礎データを得るために、2008年10月から約1年間にわたって防鹿柵実験区を設置した8カ所に自動撮影装置を設置した。

4. 研究成果

(1) 実験区における実生動態とシカおよび外来種の影響

実験区を構成する a)-d) のサブプロットにおける木本実生は、ナンキンハゼを含む実験区では、防鹿柵設置によって木本個体数および木本種数が、増加傾向を示した。一方、ナギを含む実験区では、防鹿柵設置による差異は顕著ではなかった。防鹿柵設置することによって外来種除去効果がみられたが、防鹿柵を設置しない場合には、外来種除去効果はみられなかった。また自動撮影装置の解析から、ナギを含む群落の森林利用は低いことが示唆された(図4, 図5)。

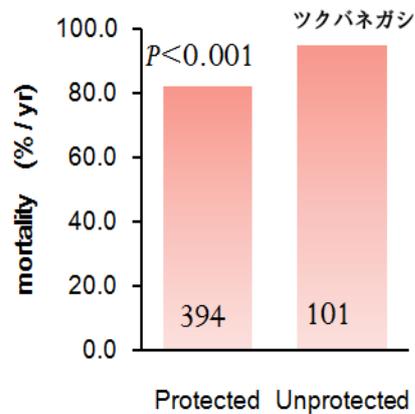
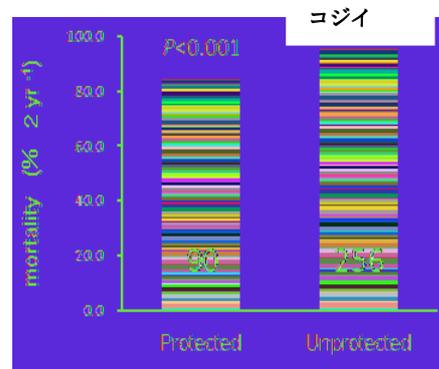


図4. 20m×20m防鹿柵実験区におけるコジイ(上)とツクバネガシ(下)実生の生残。

防鹿柵内における死亡率は、コジイでは、1年生実生では死亡率が、有意に低いことが示された。ツクバネガシでは二年生実生で有意に低いことが示された。

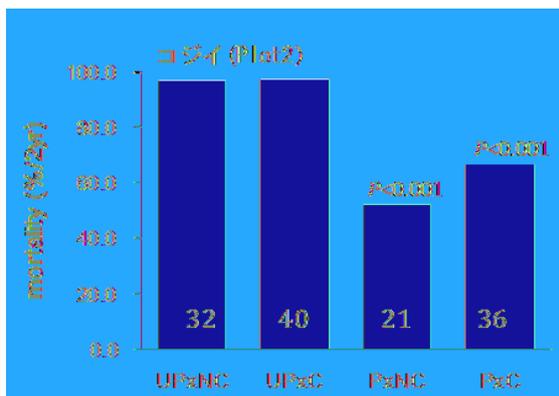


図5. 二年生コジイ実生における柵効果とクリッピング効果。防鹿柵内において死亡率は有意に低下したが、クリッピング処理の効果は明確ではなかった(二項検定による有意差比較)。

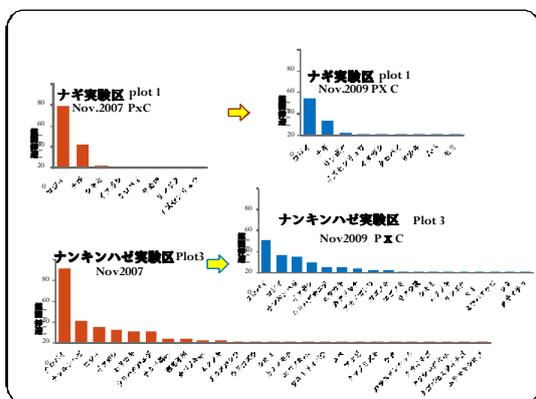


図6. ナギ実験区とナンキンハゼ実験区における林床植生の2年間の変化

ナギとナンキンハゼ実験区における、林床植生の変化を比較した結果、ナンキンハゼ実験区における種数は、ナギ実験区よりも実験前から種数が多かったため、二年後も、その傾向に著しい変化はみられなかった。しかし組成的には、シカが採食するリンボク、カナメモチなどの実生が増加するなど、組成的な変化が示唆された。しかし二年間での組成変化は、顕著ではなく、多様性の量的・質的变化には、さらに時間を要すると考えられた。

2年間の防鹿柵実験区から、以下の結果が得られた。

- ① コントロール実験区(400m<sup>2</sup>)の防鹿柵内において、コホート(数年生実生含む)のコジイの死亡率(2年間)は有意に低下し、ツクバネガシでは1年生実生において死亡率(1年)が有意に低下した。
- ② ナギ実験区において、防鹿柵内でコジイ

の死亡率は有意に低下したが、クリッピング処理の効果は明確ではなかった。

- ③ ナギ実験区の木本実生群集に対しては、防鹿柵内およびクリッピング処理区において、死亡率は有意に低下した。
- ④ シカの採食嗜好性が低いクロバイやイヌガシでは、死亡率に有意差は認められなかった。
- ⑤ ナンキンハゼ実験区において、コジイ(コホート)の死亡率(2年)は防鹿柵内で有意に低下した。
- ⑥ 木本実生群集に対して防鹿柵の効果は認められたが、クリッピング処理の効果は認められなかった。
- ⑦ ナンキンハゼ実験区のウリハダカエデやイロハモミジでは防鹿柵内外において、死亡率に有意差は認められなかった。
- ⑧ 防鹿柵設置2年経過後の木本実生を対象に解析した結果、防鹿柵内外で木本実生の組成に顕著な差異はみられなかった。
- ⑨ ナギとナンキンハゼはクリッピング処理した場合、高い萌芽再生力を示した。

#### (2) 空中写真によるギャップ解析と植生

1961年から2003年の間に、ギャップ面積比率は3.0%から8.8%へ、ギャップ個数も125から166個に増大していた。ギャップにおいてはクロバイ、アカメガシワ、ウリハダカエデなどの陽樹、シカが採食しないナンキンハゼやイワヒメワラビが群落区分種として、特徴的に出現していた(社叢学会誌に論文掲載)。

#### (3) ツクバネガシの種子・実生の初期動態とシカの森林更新への影響

##### ① ツクバネガシ堅果の動態

シードトラップによる種子生産量調査でカウントされた堅果の総数は、春日山(ツクバネガシ、11月10日~1月6日)717個、与喜山(ウラジログシ、11月10日~12月28日)であった。シードトラップの開口面積は0.25m<sup>2</sup>であったので、対象母樹5個体の調査期間中合計落下種子量は春日山2868個/m<sup>2</sup>、与喜山428個/m<sup>2</sup>と計算された。春日山での落下種子量のピークは個体によって異なったが、11月17日から30日であった。

##### ② 生存曲線

堅果調査プロット(2007年10月6日~12月8日)では合計187区画を調査し、小型と記録された堅果を除いて計9431個、密度にして190.5個/m<sup>2</sup>の堅果を記録した。シードトラップの結果と同様に、平均密度は個体によって異なり、プロットVの落下種子量は他の5倍以上であった。

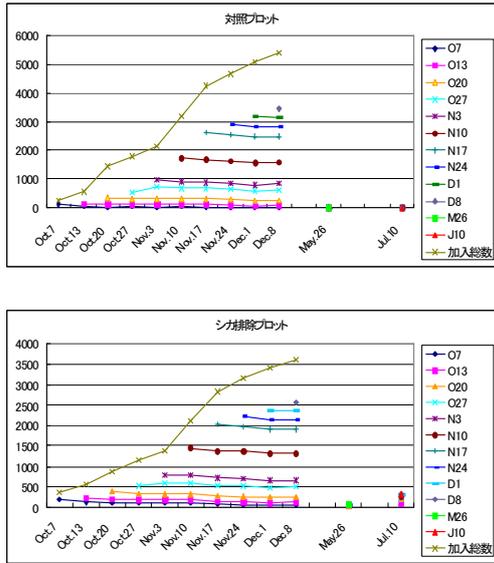


図 7. ツクバネガシ堅果の生存曲線

生存曲線からは、各調査日に加入した堅果の生存数は調査期間中ほぼ横這いで、ほとんど変化がなかったことが読み取れた。この傾向は対照プロット、シカ排除プロット、げっ歯類排除区のすべてに共通し、プロット単位や密度グループ単位でも同じであった。5月、7月の調査時に再確認された生存堅果はシカ排除柵内であっても30個に満たず、12月の調査終了時から5月、7月の再調査時まで生残した堅果はおよそ10%以下であった(図7)。

#### ④動物排除区の効果

シカ排除プロット、げっ歯類排除区、対照区の3処理間で、堅果の生存、死亡数を比較した。12月8日時点での堅果死亡率は35.4 ± 10.3%であった。処理間での死亡率の傾向は、プロットによってばらつき、有意差のなかったプロット(I)もあったが、II、III、Vでは対照区で死亡率が最も低く、フェンス内の方が死亡率が高かった。

#### ⑤ツクバネガシ実生の動態

2008年のツクバネガシ当年生実生の動態調査では、総計656個体が記録された。シカ排除区の個体数は95個体(95000個体/ha)であった。

当年生実生個体群の生存曲線を、対照区とシカ排除区に分けて示した(図8)。7月13日に記録された個体について、対照区とシカ排除区の間で8月2日の生存・死亡数を比較したところ、死亡率は対照区の方が有意に高かった(Fisherの正確確率検定、 $p < 0.01$ )。

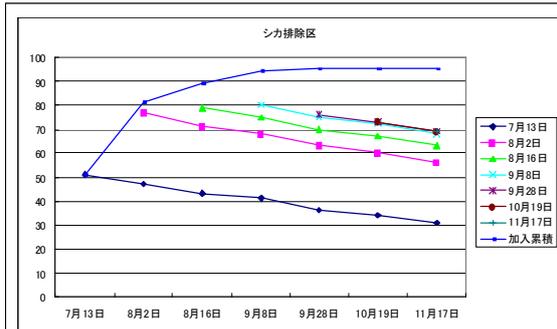
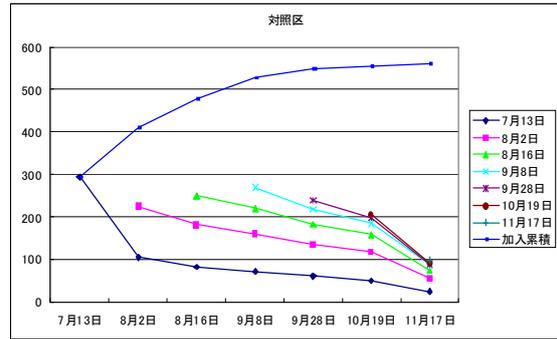


図 8. ツクバネガシ当年生実生個体群の生存曲線

11月17日までに記録された全個体について、生存・死亡数を比較したところ、同様に対照区の方が有意に死亡率が高く、対照区82.7%、排除区27.4%であった(Fisherの正確確率検定、 $p < 0.01$ )。

#### (4)シカの森林利用

2007年10月から2009年9月までの期間に、カメラ稼働延べ日数(総カメラ日)は、1468日であった。撮影された哺乳類はニホンジカ、イノシシ、タヌキ、テン、イタチ、アカネズミ、アナグマ、ムササビ、ノウサギの9種であった。シカの森林利用をみるために、各プロットグループにおけるシカの撮影回数(平均と標準偏差値)を算出した。その結果、とくにナギ個体群を含むプロットで撮影回数は5回以下という低い値を示した(表1)。

Table 3. Number of sika deer per 100 camera days (mean and SD) among the plots including alien species

alien trees	<i>S. sebiferum</i>	<i>P. nagi</i>	no alien species
Number of plots	3	3	2
N/100 camera days	19.9 ± 12.3	4.9 ± 3.9	25.8 ± 10.1

表 1. ナンキンハゼ群落, ナギ群落, 外来樹木を含まない群落でのシカの撮影頻度

本研究から、シカと外来樹木の影響を実験

的に確かめることに成功したが、シカの高密度状態が長期にわたって続いていることから、二年という短期間で、照葉樹林の多様性の変動を確認することはできなかった。今後、継続的な実験データの収集を続けることが必要である。その一方、シカの森林動態への影響が明らかになったことから、照葉樹林の保全に向けて、早急に適正な野生動物管理（シカ管理）が必要である。

#### 5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計 6 件）

1. 前迫ゆり. 2010. 世界遺産春日山照葉樹林におけるギャップ動態と種組成. 社叢学会誌, 8:60-70. (2010年3月) (査読有)
2. 前迫ゆり. カメラトラップ法による春日山照葉樹林のほ乳類と鳥類. 大阪産業大学人間論集, 979-96. (2010年3月) (査読有)
3. Suzuki, R.O., Kato, T., Maesako, Y. & Furukawa, A. 2009. Morphological and population responses to deer grazing for herbaceous species in Nara Park, western Japan. *Plant Species Biology*. 24, 145-155. (査読有)
4. 前迫ゆり. 2009. 森とシカの生態学的問題をめぐって. 関西自然保護機構会誌, 31: 39-48. (査読無)
5. 前迫ゆり. 2009. 照葉樹林に拡大する外来樹木とシカの関係. 植生情報 (植生学会発行), 13: 83-86. (査読無)
6. Maesako, Y. Nanami, S. and Kanzaki, M. 2007. Spatial distribution of two invasive alien species, *Podocarpus nagi* and *Sapium sebiferum*, spreading in a warm-temperate ever green forest of the Kasugayama Forest Reserve, Japan. 24: 103-112. (査読有)

〔学会発表〕（計 2 件）

- 前迫ゆり. 2008. 照葉樹林に拡大する外来樹木とシカとの関係. 第55回日本生態学会(企画集会. 招待講演 於: 福岡国際会議場).
- 前迫ゆり・名波哲・神崎 護. 2010. 春日山照葉樹林防鹿柵実験区における木本実生群集の動態. 第57回日本生態学会大会 (2010年3月 於: 東京大学駒場キャンパス)

〔その他〕

(1) 前迫ゆり ホームページ (研究紹介). <http://www.due.osaka-sandai.ac.jp/~maesako/research.html>

(2) 前迫ゆり. 2008. 地球が創った森の未来 (上・下) 「紀伊半島の自然と文化」. 紀伊

半島研究会編. pp. 37-40 (奈良新聞掲載).

#### (3) 研究関連報道

Japan Times (2008年10月27日)  
朝日新聞 (2008年10月12日)  
読売新聞 (2010年1月30日)

- (4) 研究関連公開授業 (日本学術振興会 主催 ひらめきときめきサイエンス 2009年10月4日春日山原始林にて開催)  
<http://www.due.osaka-sandai.ac.jp/~maesako/education.html>

#### (5) 研究関連シンポジウム

① シンポジウム: シカが森を食べ尽くす前にー研究から保全への展開をさぐるー森とシカと人: 共生は可能? かんさい自然フェスタ 2008 (関西自然保護機構主催) コーディネーター・スピーカー (2008/11/15 大阪市立自然史博物館で開催)

② シンポジウム: 大台ヶ原 大杉谷を鹿害から守る ~千年のヒノキ林回復に向けて~ (NPO 法人森林再生支援センター主催・大台町・林野庁近畿中国森林管理局・三重県・宮川流域ルネッサンス協議会共催 2009/02/01 三重県宮川小学校で開催)

③ シンポジウム: シカが森を壊す, 山を崩す? (NPO 法人森林再生支援センター主催 2010/02/21 奈良教育大学で開催)

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

前迫 ゆり (Maesako Yuri)  
大阪産業大学 人間環境学部 教授  
研究者番号: 90208546

##### (2) 研究分担者

神崎 護 (Kanzaki Mamoru)  
京都大学・農学研究科・准教授  
研究者番号: 70183291

名波 哲 (Nanami Satoshi)  
大阪市立大学・理学研究科・講師  
研究者番号: 70326247

##### (3) 研究協力者

依田綾子  
京都大学生態学研究センター大学院生

佐藤靖明 (Sato Yasuaki)  
大阪産業大学・人間環境学部・客員講師  
研究者番号: 30533616

鈴木 亮  
筑波大学・菅平高原実験センター・准研究員