

山口県内におけるスミナガシ(*Dichorragia nesimachus*)の
食樹(アワブキ科)の潜在的な自生地推定について

大森 鑑能

Potential habitat estimation of food plants (Sabiaceae family) of Asian constable
butterfly (*Dichorragia nesimachus*) larvae in Yamaguchi Prefecture, Japan

Akitaka OMORI

山口県立山口博物館研究報告

第51号(2025年3月)別刷

Reprinted from

BULLETIN OF THE YAMAGUCHI MUSEUM

No.51(March 2025)

山口県内におけるスミナガシ (*Dichorragia nesimachus*) の 食樹 (アワブキ科) の潜在的な自生地推定について

大森 鑑能¹⁾

Potential habitat estimation of larval food plants (Sabiaceae family) of Asian constable
butterfly (*Dichorragia nesimachus*) larvae in Yamaguchi Prefecture, Japan

Akitaka OMORI¹⁾

Abstract

Potential habitats of Sabiaceae family plants, which are larval food plants of Asian constable butterfly (*Dichorragia nesimachus*) in Yamaguchi Prefecture, Japan, were estimated. Awabuki (*Meliosma myriantha*) is abundant in valleys with high precipitation and slopes with little sunlight, and its potential distribution area was concentrated in the inland areas of Yamaguchi City, Shunan City, and Iwakuni City. Yamabiwa (*M. rigida*) tends to prefer riversides at lower elevations, and its potential distribution area was scattered along the coast from the Hibiki Sea to the Seto Inland Sea. The results revealed the existence of a gap zone (between 34.13° N and 34.21° N) in the mid-latitude region of Yamaguchi Prefecture, where no native Sabiaceae family plants grow. It was suggested that the specificity of the spatial distribution of larval food plants may complicate the locations where Asian constable butterfly are found in Yamaguchi Prefecture.

Keywords: Distribution map, Location information, MaxEnt, Museum specimen,
Species distribution model

1 はじめに

タテハチョウ科に属するスミナガシ (*Dichorragia nesimachus*) は、黒と白の斑のある緑青色の翅を持つ美しいチョウである (Fig. 1) . 年2回発生し、春型 (5～6月) は夏型 (7～8月) よりも小型で、白斑がより強く現れる傾向がある (白水 2006) . 青森県から八重山諸島まで分布し、成虫は樹液や獣糞、ミミズなどの死骸から吸汁する。山口県内におけるスミナガシの確認記録は散発的であり、十分整理されていない。1965年に発行された「山口県の自

1) 山口県立山口博物館 (動物)

然」(山口自然研究会 1965)では、本種は全県的に分布しているものの、生態のわかっていない注目すべき種とされている。この理由として、その幼虫の食樹の分布が特異的である可能性がある。幼虫の食樹はアワブキ科のアワブキ (*Meliosma myriantha*)、ミヤマハハソ (*M. tenuis*)、フシノハアワブキ(ヤンバルアワブキ) (*M. arnottiana*)、ヤマビワ (*M. rigida*) の4種である (Fig. 2)。このうち、アワブキとミヤマハハソは冷涼な気候に自生し、フシノハアワブキとヤマビワは温暖な照葉樹林内に見られるとされている。また、フシノハアワブキは山口県レッドリスト(山口県2018)で絶滅危惧ⅠA類に指定されており、本県では個体数が著しく少ない種である。これらの植物は群落の標徴的な種ではなく、商業的な利用価値の高い種でもないため、分布情報が非常に限られている。そこで本研究では、スミナガシとその幼虫の食樹の確認地点を文献調査と現地調査から整理するとともに、その位置情報から食樹の潜在的な自生地を推定することを目的とした。



Fig. 1 山口博物館所蔵のスミナガシ標本

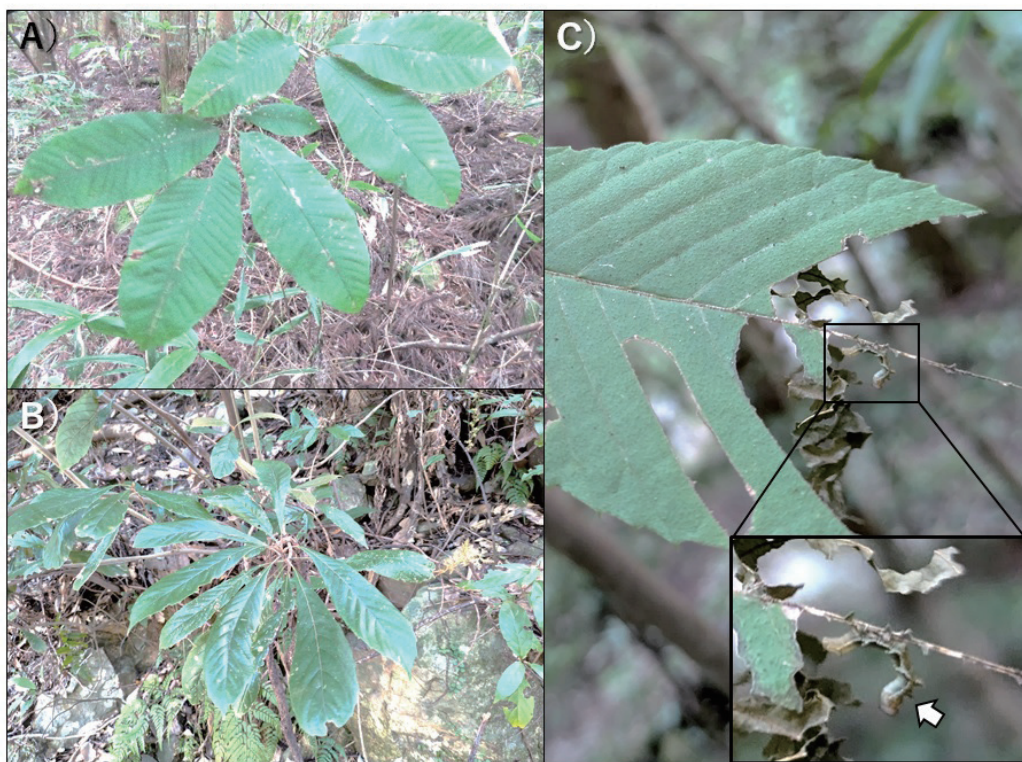


Fig. 2 スミナガシの食樹と幼虫

A)アワブキ(周南市鹿野町), B)ヤマビワ(下関市豊北町), C)アワブキ葉上のスミナガシの幼虫

2 方法

1) 文献調査

文献調査は県内の自然環境に関する報告書や国立科学博物館が運営するS-netで閲覧できる各地の自然史博物館等の施設で保管されている標本データ情報を用いた。またインターネット上で公開されている情報のうち、種同定が適切に行われていると判断できたものも併せて利用した。これらの中で、位置情報が正確に記録されているもののみを以降の解析に用いた。

2) 現地調査

2024年5月から11月にかけて、県内の山林の林道沿いを踏査し、スミナガシ及びアワブキ科の植物を目視で搜索した。発見した場合はデジタルカメラで写真を撮影し、ハンディGPSで位置情報を記録した。

3) GIS解析

スミナガシの食樹の潜在的な自生地の推定には、種分布モデル (Species Distribution Model) の一種であるMaxEnt (Phillips et al. 2006) を用いた。通常、ある種の分布域を推定する場合、その種がここで確認されたという“在データ”と、ここでは確認されなかったとい

う“不在データ”が必要である。しかしながら、博物館等施設に収蔵される標本は“在データ”の位置情報のみが記録され、“不在データ”の位置情報が記録されることはごく希である。MaxEntは最大エントロピーアプローチによって、既知の在データの位置情報とその場所の環境要因である説明変数から、不在データなしでその種の存在確率をモデル化することができる手法である。在データには上述した文献調査と現地調査で得られた緯度経度情報を用いた。ただし、狭い範囲に位置情報が集中している場所があることから、空間フィルタリングを行った。また限られた調査期間内に県内全域を満遍なく調査することができなかったため、Target group法によるバイアスファイルを作成し潜在的な自生地の推定に用いた。MaxEntではバイアスファイルを設定することで、調査バイアスを取り除くことができる。バイアスファイルの作成は大野ら（2018）を参考に、同じ調査で得られたアワブキ科全種の在データを使用した。バイアスファイルの作成にはR version 4.4.2（R Core Team 2023）のパッケージ“ENMeval”（Kass et al. 2021）と“rJava”（Urbanek 2024）を用いた。説明変数には国土数値情報ダウンロードサイト（<https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html>, 2024年12月19日確認）の10mメッシュの標高（単位m）（DEM）、河川、年平均気温（℃）、年降水量（mm）、2020年時点の人口密度（人/500m²）を入手した。さらにDEMデータから、斜度（0～90度）、傾斜方位（8方位）、日照時間（h）、日射量（Wh/m²/日）をQGIS（ver. 3.3）を用いて算出した。河川データはラスター形式に変換し、QGISのproximity機能で河川からの距離（単位m）を算出した。これらの説明変数のうち、傾斜方位のみカテゴリカルデータとして扱った。全ての説明変数の解像度は5次メッシュ（約125m四方）に統一した（Fig. 3）。

食樹の在データのうち、ランダムに選んだ75%を用いてモデルに学習させ、残りの25%のデータ（トレーニング）で学習済みのモデルの予測精度の評価に用いた。この操作を500回のブートストラップで反復計算を行い、在地点を正しく在と予測できる陽性率（感度）と、不在地点であるのに在と間違えて予測してしまう偽陽性率（1－特異度）から得られるROC（Receiver Operating Characteristic curve）曲線と、その下側面積であるAUC（Area Under the receiver operating characteristics Curve）の平均値を算出した。AUCは0から1の値をとり、1に近いほどモデルの予測精度が高いことを意味する。どの説明変数がモデルに貢献しているのかは寄与率で評価した。寄与率はすべての説明変数の合計が100%になるように計算されており、値が大きいほど分布推定に与える影響が強いと解釈される。またMaxEntの最終的なアウトプットはある種が存在する存在確率、すなわち空間的な連続値として得られるが、食樹の分布域を定義する場合は存在確率に閾値を設ける必要がある。この閾値の設定にはトレーニングの感度と特異度を最大にするときの存在確率を採用した。閾値以上の存在確率をとる面積は市町ごとに集計した。

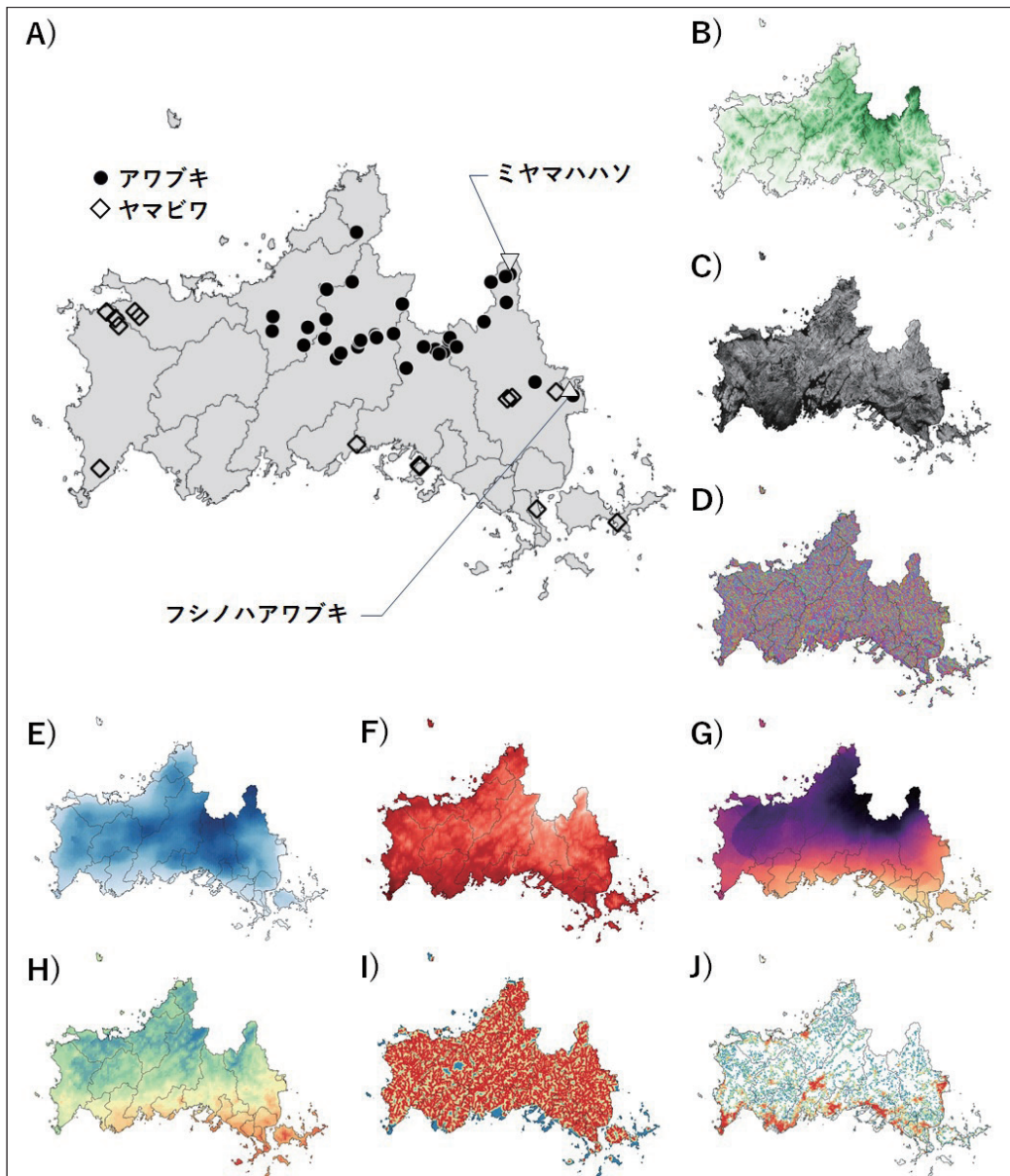


Fig. 3 植樹の在データ及び説明変数の一覧

A) 食樹の在データ, B) 標高, C) 斜度, D) 傾斜方位, E) 年降水量, F) 年平均気温, G) 日照時間, H) 日射量, I) 河川からの距離, J) 人口密度

3 結果

1) 文献調査及び現地調査

文献調査の結果、スミナガシの生体情報は萩市、周南市、岩国市、山口市、防府市で計67地点が確認された。現地調査の結果、スミナガシの幼虫を周南市で4地点確認した。食樹の文献

情報はアワブキ、ミヤマハハソ、フシノハアワブキ、ヤマビワの4種で計58地点、現地調査による個体確認は23地点確認された（Table 1）。アワブキは西中国山地が広がる岩国市や周南市、山口市の北部で文献数が多かった（Fig. 3A）。ミヤマハハソは岩国市で3地点のみ確認された。フシノハアワブキは岩国市、ヤマビワは下関市、長門市、周南市の沿岸部に限られた。ミヤマハハソとフシノハアワブキは位置情報の明確な在データ数が少なかったため、以降のMaxEntによる解析は行わなかった。

Table 1 文献調査と現地調査から得られたスミナガシ及びその幼虫の食樹の確認件数

市町	スミナガシ	食草				計
		アワブキ	ミヤマハハソ	フシノハアワブキ	ヤマビワ	
下関市	0	0	0	0	8(2)	8(2)
宇部市	0	0	0	0	0	0
山口市	8	10(5)	0	0	2	12(5)
萩市	34	8(9)	0	0	0	8(9)
防府市	1	0	0	0	2	2
下松市	0	0	0	0	0	0
岩国市	8	4	3(2)	3	4	14(2)
光市	0	0	0	0	0	0
長門市	0	0	0	0	3	3
柳井市	0	0	0	0	1	1
美祢市	0	0	0	0	0	0
周南市	16(4)†	4(9)	0	0	4	8(9)
山陽小野田市	0	0	0	0	0	0
大島郡周防大島町	0	0	0	0	2	2
玖珂郡和木町	0	0	0	0	0	0
熊毛郡上関町	0	0	0	0	0	0
熊毛郡田布施町	0	0	0	0	0	0
熊毛郡平生町	0	0	0	0	0	0
阿武郡阿武町	0	0	0	0	0	0
計	67(4)	26(23)	3(2)	3	26(2)	58(27)

†括弧内の数字は現地調査によって確認した件数

2) 潜在的な自生地推定

MaxEntによるアワブキとヤマビワの潜在的な自生地の推定結果をFig. 4に示す。各モデルの予測精度は、アワブキでAUC=0.95、ヤマビワでAUC=0.94であり、それぞれの予測精度は十分高いものと判断された。アワブキは県中央部から県東部の西中国山地において自生確率が高かった。ヤマビワは響灘から瀬戸内海に面する沿岸部で自生確率が高かった。トレーニングの感度と特異度を最大にするときの自生確率の閾値はアワブキで0.30、ヤマビワで0.67であったため、閾値以上のエリアを各食樹の潜在的な分布域としてFig. 5に示す。

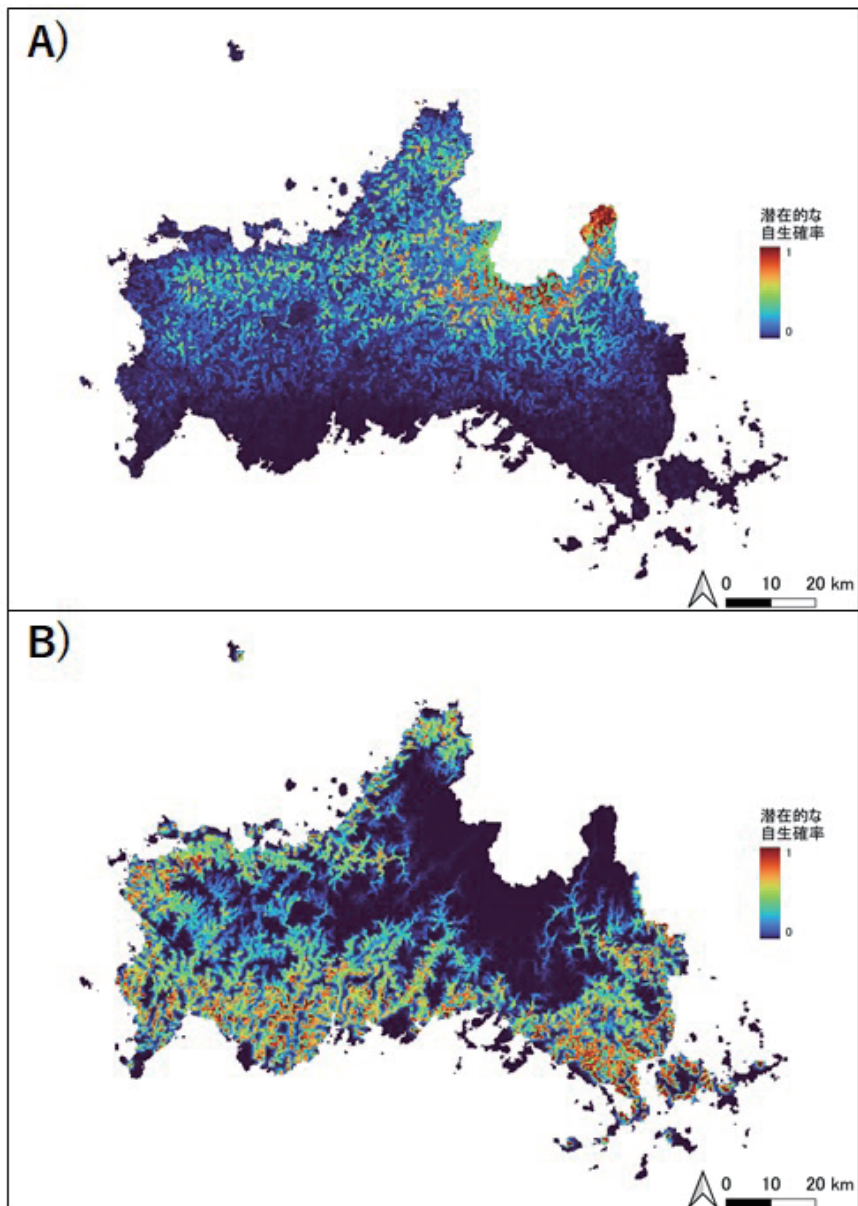


Fig. 4 MaxEntによる潜在的な自生地の推定結果

A)アワブキ, B)ヤマビワ

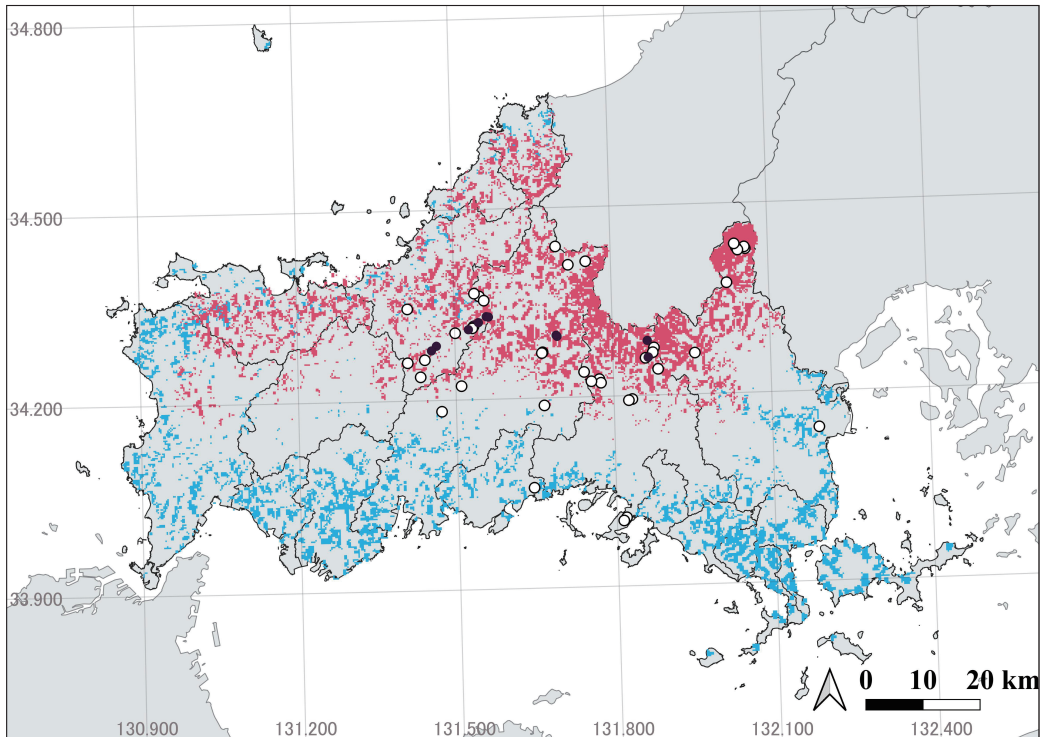


Fig. 5 スミナガシの食樹の潜在的な分布域とスミナガシの確認地点

赤色と青色のエリアはそれぞれアワブキとヤマビワの分布域を意味する。白色と黒色のプロットはそれぞれスミナガシの成虫と幼虫の確認地点を示す。

アワブキの潜在的な自生地の推定モデルにおいて、説明変数の寄与率が最も高かったのは河川からの距離で35.1%であった。次いで降水量(21.8%)、日照時間(19.2%)、斜度(18.3%)であった(Table 2)。これらの主要な説明変数のうち、河川からの距離と日照時間は負の影響、降水量と斜度は正の影響を与えていた(Fig. 6)。

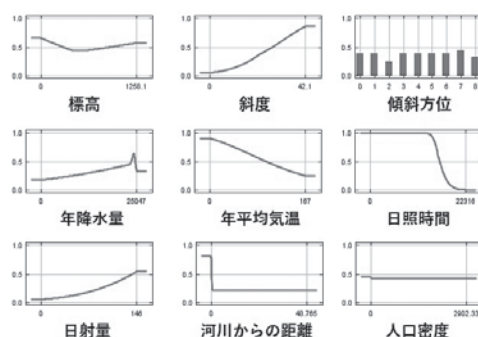
ヤマビワの潜在的な自生地の推定モデルにおいて、説明変数の寄与率が最も高かったのは標高で52.9%であった。次いで、河川からの距離(26.3%)であり、それ以外の説明変数は5%以下であった(Table 2)。標高と河川からの距離はともに負の影響を与えていた(Fig. 6)。

市町別の潜在的な分布域(Fig. 5)の面積は、アワブキでは山口市(184.5km²)、岩国市(164.1km²)、萩市(151.2km²)、周南市(101.6km²)の順に多く、市町面積に対する割合は萩市と長門市が20%を超えていた(Table 3)。ヤマビワでは下関市(91.6km²)、宇部市(69.2km²)、岩国市(51.1km²)、山口市(50.4km²)の順に多く、市町面積に対する割合は平生町と田布施町が40%を超えていた。山口市、周南市、岩国市はアワブキとヤマビワ両種の潜在的な分布域を包含しているのが特徴であり、一方、美祿市の両種の潜在的な分布域面積の割合は計5.3%で最も低かった。

Table 2 モデルにおける各説明変数の寄与率

説明変数	アワブキ	ヤマビワ
標高	0.9	52.9
斜度	18.3	0.3
傾斜方位	2.1	3.9
年降水量	21.8	4.7
年平均気温	1.4	3.8
日照時間	19.2	3.2
日射量	0.1	0.6
河川からの距離	35.1	26.3
人口密度	1.1	4.3
計	100	100

A)



B)

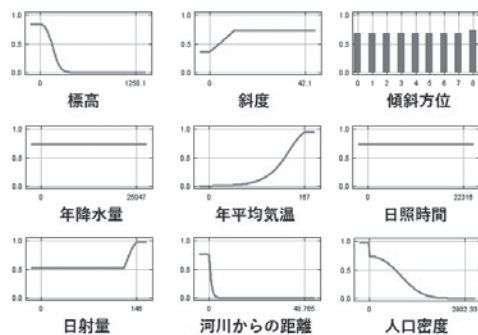


Fig. 6 各説明変数の応答曲線

A)とB)はそれぞれアワブキとヤマビワのモデル。縦軸は潜在的な自生確率を意味する。傾斜方位は0は傾斜なし、1、3、5、7がそれぞれ北、東、南、西の8方位を意味する。

Table 3 スミナガシの幼虫の食樹の潜在的な分布域の市町別面積と割合

市町	面積 (km ²)	アワブキ		ヤマビワ	
		潜在的な自生地 (km ²)	割合	潜在的な自生地 (km ²)	割合
下関市	716.2	21.8	3.0	91.6	12.8
宇部市	286.7	0.0	0.0	69.2	24.1
山口市	1023.2	184.5	18.0	50.4	4.9
萩市	698.3	151.2	21.6	23.8	3.4
防府市	189.4	0.0	0.0	28.5	15.1
下松市	89.3	0.0	0.0	10.8	12.0
岩国市	873.7	164.1	18.8	51.1	5.9
光市	92.1	0.0	0.0	26.1	28.4
長門市	357.3	74.2	20.8	22.8	6.4
柳井市	140.1	0.0	0.0	33.9	24.2
美祢市	472.6	20.9	4.4	4.0	0.8
周南市	656.3	101.6	15.5	23.6	3.6
山陽小野田市	133.1	0.0	0.0	32.6	24.5
大島郡周防大島町	138.1	0.0	0.0	32.5	23.5
玖珂郡和木町	10.6	0.0	0.0	3.7	34.6
熊毛郡上関町	34.7	0.0	0.0	3.3	9.6
熊毛郡田布施町	50.4	0.0	0.0	22.2	44.1
熊毛郡平生町	34.5	0.0	0.0	17.1	49.4
阿武郡阿武町	116.0	19.1	16.5	4.3	3.7
計	6112.5	737.5	—	551.5	—

4 考察

文献調査で収集されたアワブキ科の植物に関する情報は決して多くなかった。ただし、このことはアワブキ科の植物が必ずしも少ないということを意味しておらず、これらの植物の商業的利用価値が乏しいことに起因するためと考えられ、本研究で用いた潜在的な自生地の推定手法は情報の限られる植物種の地理的な分布の把握に有効であると言える。

アワブキとヤマビワにおける共通点として、河川沿いを好む点が挙げられる。その中でアワブキは山地の雨が多く、傾斜のある日照時間が少ない谷に、ヤマビワは標高の低い温暖な流域に棲み分けている傾向が見てとれる。加えて、現地調査ではいずれの食樹の確認地点も薄暗いスギ林内にあり、直接太陽光が当たる日当たりの良い場所では確認されなかった。林内の照度や湿度などのデータは全県スケールでデータを揃えることができず、解析に含めることができなかったが、これらのミクロスケールの環境情報をモデルに加えることで、より推定精度を高めることができると考えられる。ミヤマハハソとフシノアワブキは明確な位置情報を十分数

収集することができず、潜在的な自生地の推定を行うことができなかった。現地調査では、前者は岩国市寂地峡でアワブキと同所的に確認された。南方系の後者は、対馬や南西諸島に多くヤマビワよりも温暖な照葉樹林内の河川沿いに自生すると考えられることから、アワブキとヤマビワの潜在的な分布域の何れにも該当しない県中緯度エリア（Fig. 5, 北緯34.13°-34.21°）は、アワブキ科の植物の空白地帯になっている可能性がある。この空白地帯ではスミナガシ、特に幼虫の確認は困難であると予想される。このような食樹の分布もまた山口県が多様な自然環境を有している特徴の一部であると言えるだろう。

本研究では既存の在データから、チョウの食樹の潜在的な自生地の推定を行った。今回得られた知見は、スミナガシと同じくアワブキ科の植物を食樹とするアオバセセリ（*Choaspes benjaminii*）の生態解明にも貢献することが期待される。近年、気候変動により自然環境が大きく変動しているなかで、生物の生息状況は大きく変わりつつある。MaxEntでは気温や降水量などの環境変数を調節し、生物の生息適地がどのように変化するかをシミュレーションすることが可能である。今後、博物館に蓄積された標本を活用した解析手法として、様々な種に利用できると考えられる（福谷ほか 2024）とともに、標本の詳細な位置情報の記録の重要性が明らかになった。

5 謝辞

スミナガシの食樹調査にあたり、山口県立山口博物館のサポーターの上田洋史氏には貴重な情報を多数頂いた。この場をお借りして御礼申し上げる。

引用文献

- 福谷愉海・西田有佑・笠井 敦. 2024. アオドウガネ（甲虫目：コガネムシ科）の日本における分布域の拡大過程と潜在的な生息適地の推定. 日本応用動物昆虫学会誌 68(4): 97-113.
- Kass, J. M., Muscarella, R., Galante, P. J., Bohl, C. L., Pinilla-Buitrago, G. E., Boria, R. A., Soley-Guardia, M., and R. P. Anderson. 2021. ENMeval 2.0: Redesigned for customizable and reproducible modeling of species' niches and distributions. *Methods in Ecology and Evolution*. 12(9), 1602-1608. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13628>
- 大野ゆかり・横山 潤・中静 透・河田雅圭. 2018. 市民が撮影した写真を用いた生物観測情報の収集、問題点と解決方法. 種生物学会電子版和文誌 2: 1-16.
- Phillips, S. J., Anderson, R. P. and Schapire, R. E. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological modelling*, 190(3-4), 231-259.
- R Core Team (2023) R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. (2024年12月18日確認)
- 白水 隆. 2006. 日本産蝶類標準図鑑. Pp. 336. 株式会社学習研究社, 東京
- Urbanek, S. 2024. rJava: Low-Level R to Java Interface_. R package version 1.0-11, <<https://CRAN.R-project.org/package=rJava>>.
- 山口自然研究会. 1965. 山口の自然. 六月社. 大阪市. pp184.

文献調査

- ・ 福田竹美 2016. 周南市金峰山山塊一帯の蝶類. 山口のむし. 15: 40-57.
- ・ 五味 清. 2012. 周南市太華山一帯で確認した蝶類. 山口のむし. 11: 45-52.
- ・ 五味 清. 2013. 周南市太華山一帯で確認した蝶類, 追加報告. 山口のむし. 12: 48-50.
- ・ 五味 清. 2017. 石ヶ岳山塊の蝶類. 山口のむし. 16: 28-40.
- ・ 五味 清・福田竹美. 2018. 馬糞が岳山塊の蝶類. 山口のむし. 17: 1-12
- ・ 後藤和夫. 2011. 十種ヶ峰山塊部一帯の蝶類. 山口のむし. 10: 7-14.
- ・ 後藤和夫. 2011. 山口市徳地長者ヶ原の蝶類. 山口のむし. 10: 24-32.
- ・ 後藤和夫. 2013. 萩市男岳山塊部一帯の蝶類. 山口のむし. 12: 5-14.
- ・ 後藤和夫. 2013. 岩国市高照寺山山塊部一帯の蝶類. 山口のむし. 12: 35-43.
- ・ 後藤和夫. 2015. 山口県の蝶類目録 (2014) . 山口のむし. 14: 1-4.
- ・ 後藤和夫. 2015. 山口市宮野上山間部一帯の蝶類. 山口のむし. 14: 5-14.
- ・ 後藤和夫. 2015. 萩市の旧旭村のスミナガシについて. 山口のむし. 14: 30.
- ・ 後藤和夫. 2021. 阿武川ダム・長門峡周辺の蝶類. 山口のむし. 20: 16-26.
- ・ 稲田博夫・五味 清. 2014. 岩国市寂地山系浦石峡の蝶類. 山口のむし. 13: 51-58.
- ・ 岡 国夫・真崎 博・勝本 謙・見明長門・三宅貞敏. 1974. 山口県植物誌, 山口県植物誌刊行会, 山口市, pp607.
- ・ 岡 国夫. 2000. 山口県の巨樹資料: 植物調査の歩み. 山口県植物研究会 里山自然誌の会. 236pp.
- ・ 角田正明. 2015. 山口県産所蔵標本のリストについて. 山口のむし. 14: 162-169.
- ・ サイエンスミュージアムネット自然史標本情報 (長野県環境保全研究所 (飯綱庁舎) NAC-VA)
- ・ 山口県立山口博物館 昆虫チョウ目チョウ類コレクション YPYM-I-L
- ・ 山口県立山口博物館所蔵標本 (大木コレクション)
- ・ 山口県立山口博物館サポーター動物班活動報告 “サポちゃん通信” No.3, pp16. 2018