

九州の二次林におけるヤマツツジおよびコバノミツバツツジの着花数と環境条件との関係

The Relation between the Flowering Amount and the Environmental Condition of the *Rhododendron kaempheri* and *R. reticulatum* Secondary Forest Floor in Kyushu

上原 三知* 重松 敏則**

Misato UEHARA Tosinori SHIGEMATSU

Abstract : This paper analyzed the relation between such environmental condition as the amount of insolation・temperature and the flowering amount of wild Rhododendrons in the secondary forest floor of the northwest Kumamoto, Kyushu. As a result of the correlative analysis, there was positive correlation between the amount of insolation in the first ten days in June on the flowering initiation and flowering amount of the two species of Rhododendron in the next year. The flowering amount of *Rhododendron kaempheri* increases at the convex site or the slope site and the flowering amount of *Rhododendron reticulatum* tends to increase at the East slope site. Also, as a result of the multi regression analysis, the following became in the clarifying. The flowering amount of *R. kaempheri* tends to increase under the cool environment with low temperature through the all day. The flowering amount of *R. reticulatum* tends to increase in the site where becomes cool in night and becomes a high temperature sufficiently in the daytime. On the other hand, since the investigated forest was dominantly composed by broad leaves evergreen trees and shrubs, in the natural succession, wild Rhododendron's flower was hardly seen. Thus it is considered that is a possibility of making the Rhododendron to produce more flowering amount, even including in the dark stands, by the thinning and removing broad-leaved evergreen trees and shrubs at a suitable rate.

Keywords: forest conservation, seasonal landscape, satoyama forest, forest park, wild Rhododendron, woodland amenity

キーワード：森林保全，季節景観，里山，森林公園，野生ツツジ，森林の快適性

1. 研究の背景

春の山野を彩る各種の野生ツツジは、我国の風土景観上、欠かかせない季節の風物詩の1つであり、その多くは、いずれも下刈り、放牧等の人為条件下で生存してきた¹⁾。よって薪炭林や農用林としての管理が放棄された二次林内では、植生遷移に伴う常緑広葉樹の密生化や樹冠の閉鎖による林内照度の低下を主な原因とし、ツツジ類等の好陽性の野生花木類や春植物の多くが失われていくこととなる。

また、急激な都市化と相まって里山等の身近な自然が有する保健休養および生態的保全機能の重要性が高まった関西、関東地区では、重松・高橋らによる二次林の生物多様性の保全と林床管理によるレクリエーション利用に関する研究^{1),2)}をはじめ、これまでいくつもの研究が継続されており、自生ツツジの様々な環境条件に対する要求性がある程度解明されている^{3),4)}。

一方、東日本や関西地方と比較して、より温暖な気候条件にある九州地方の里山林では、植生遷移によるシイ・カシ・タブ等を中心とした常緑広葉樹の優占繁茂の進行が早い。それだけに、このような林分にコナラやヤマザクラなどの落葉広葉樹とともに、残存するツツジ等の野生花木類は、景観の多様性だけでなく、それを蜜源とするチョウ類やハナバチ類の生存にとっても重要な役割を有している⁵⁾。

また、多様な林分の存在が、散策路の魅力や快適性と関連することからも⁶⁾、公共緑地として行政が管理する森林公園では荘重で神秘的な常緑広葉樹林の景観と明るく開放的な二次林の林内に自生ツツジが咲き誇る景観が並存する意義は高いといえる。

以上のように常緑広葉樹化が進行する里山林において、ツツジ等の野生花木類の保全は重要な課題であるが、九州地方における自生ツツジの研究事例は、園芸品種として価値が高いミヤマキリ

シマ、クルメツツジ等の分布や形態に関するもの^{7),8)}にとどまっている。

よって本論は、熊本県玉名郡の県立自然公園に自生するヤマツツジ (*Rhododendron kaempheri* Planch) とコバノミツバツツジ (*Rhododendron reticulatum* D.Don) を対象に着花数と、生育地の環境条件との関係から、今後の保全管理の方向性を検討するものである。

2. 研究対象地および研究方法

(1) 調査対象地の概要

図-1は、対象地である小岱山県立自然公園の位置と概要を示す。熊本県玉名郡に位置する小岱山は常緑広葉樹林帯であるシイタブ林域に属し、大部分は常緑広葉樹が優占するエリアである。しかし、土壌水分条件が厳しい稜線付近には、亜高木・低木層にアラカシ、クロキ、ヒサカキ、ヤブツバキ等の常緑広葉樹を含みながらも、かつての代償植生として優占していたアカマツやコナラなどが高木層に残存し、往時の伐採萌芽更新の面影を留めている。

また、県立自然公園として九州自然歩道や周囲の山麓からの登山道が整備されており、観音岳(473m)の展望所からは、有明海を挟んでミヤマキリシマで知られる雲仙普賢岳や天草諸島を、さらには背後に阿蘇山の遠景を楽しむことができる。以上の点から自然公園を利用する登山客が多いために、アカマツやコナラを含め失われつつある野生ツツジの保全等の生物多様性および季節景観の維持・改善による環境教育的な波及効果も高いと考えられる。

(2) 分布・着花状況の把握と調査区の設定

2004年の4月から5月中旬にかけて自然公園内に設置された

*神戸芸術工科大学デザイン学部環境・建築デザイン学科 **九州大学大学院芸術工学研究院環境計画部門環境論講座

自然歩道沿いに面する林内（およそ林道から10m内外）を対象にヤマツツジ及びコバノミツバツツジ（以下ミツバツツジ）の分布とその着花状況を調査した。一定量のツツジが群生する林分を対象に、写真1のように1. 満開あるいは全体的にみて十分に着花したツツジが優占する場所を着花良好区、2. 部分的にちらほら着花がみられる、あるいはほとんど着花がみられないツツジが優占する場所を着花不良区として地図上にプロットした（図-1）。

以上の結果を基に、1. 着花良好区：8林分、2. 着花不良区：6林分、ならびに3. 上記の1, 2と同様に自然歩道に面しているながらツツジ個体がみられない2林分を選定し、5m×5mの各方形区内における高木層の樹林高、高木密度、ならびにツツジの個体数・株立ち数・幹直径や傾斜角度、方位等の植生調査を行なった。

また着花に関わる要因として、花芽分化が開始する¹⁾6月上旬の日射量と、林内の気温を計測した。日射量は各方形区に10片のオプトリーフ（大成イーアンドエル）を1週間設置した後の光分解反応による吸光度の変化から算出し、全天区との比率を求め相対照度に換算した。気温は林内に残存するツツジ個体の地上部1.5m付近にサーモローフ（大成イーアンドエル）を1週間設置し、10分間隔での計測を行なった²⁾。

(3) 各調査区における着花数の計測

上記で設定した調査区ごとの日射量や気温の結果が反映される翌年（2005年）に設定した調査区ごとの着花数を計測した。

各調査区において、いずれも樹高3～4m程度のヤマツツジ及びコバノミツバツツジの成木数本を対象に、枝端から30cm内における最も多い着花数を計測し、これらの平均値を各調査区における着花の指標として分析することにした。

(4) 各調査区における着花数と日射量・気温および植生環境との相関関係

本調査で得られたデータを基に、着花数と日射量・気温および植生環境との関係についてSTATISTICA 03Jのコンピュータプログラムを使用した分析を行い、今後の保全・活用に向けた基本的な方向性を検討した。

着花の誘発・阻害要因を検討するためにまずピアソンの積率相関により着花数と因果関係がある要因のスクリーニングを行った。その結果から目的変数とする「着花数」と高い相関を持ち、他の説明変数との相関が低い説明変数を選択し、重回帰分析（標準回帰）を行った。



Fig 1. Condition of surveyed area

図-1 調査対象地の概要

写真-1 着花期における調査区の林相とツツジの着花 (5月:ヤマツツジ, 4月:コバノミツバツツジ, 2004年) ヤマツツジ, コバノミツバツツジともに高木層に対象地の潜在自然植生である常緑広葉樹が優占し、被度が高い林分ほど、光不足のために着花がみられない。

Photo 1. Forest view of the surveyed stands and each Rhododendron in the flowering season (May : *R. kaempferi*, Apr : *R. reticulatum*, 2004)

表-1 調査区の林分条件と2種のツツジの着花(相対照度, 日射量のデータはいずれも花芽分化が開始する6月上旬の測定値)

Table 1. Condition of surveyd stands and flowering amount of Two kinds of Rhododendrons

調査区名	林床型	林種(高木層)	被度(高木層)	立木密度(高木)	相対照度	傾斜方位	傾斜角度	地形	平均気温	最低気温	最高気温	ツツジ個体数	着花数
A		アカマツ*	5.0%	1本/25m ²	23.8%	80.0	-24.0	凸型	19.3℃	15.5	27.0	26個体/25m ²	66個/30cm(2)
B	ヤマツツジ	アカマツ	5.0	1	7.4	200.0	-23.0	斜面	21.6	18.0	25.1	5.0	56(3)
C	着花良好	コナラ	20.0	1	—	190.0	-30.0	斜面	—	—	—	2.0	52(1)
D		コナラ**	20.0	1	12.9	220.0	-27.0	斜面	21.2	17.5	24.1	12.0	46(3)
E	ヤマツツジ	コナラ***	80.0	4	3.5	190.0	-7.0	凹型	21.7	17.5	23.6	4.0	22(1)
F	着花不良	シイ(常緑広葉樹)	80.0	2	2.2	120.0	-10.0	凹型	20.5	16.0	28.5	5.0	0(0)
G'		アカマツ*	5.0	1	23.8	80.0	-24.0	凸型	19.3	15.5	27.0	5.0	30(2)
G	ミツバツツジ	コナラ	40.0	2	13.9	190.0	-30.0	斜面	20.0	16.0	28.5	17.0	21(3)
H	着花良好	アカマツ	5.0	1	7.4	200.0	-23.0	斜面	21.6	18.0	25.1	7.0	21(2)
D'		コナラ**	20.0	1	12.9	220.0	-27.0	斜面	21.2	17.5	24.1	2.0	12(1)
E'		コナラ***	80.0	4	3.5	190.0	-7.0	凹型	21.7	17.5	23.6	1.0	4(1)
I	ミツバツツジ	ヒノキ(常緑針葉樹)	75.0	6	3.6	330.0	-29.0	斜面	19.8	16.5	27.0	6.0	2(1)
J	着花不良	シラカバカシ(常緑広葉樹)	75.0	4	2.0	330.0	-31.0	斜面	21.2	17.5	24.1	11.0	2(1)
K		シイ(常緑広葉樹)	90.0	2.0	—	306.0	-47.0	凹型	—	—	—	2.0	2(1)
L	ツツジ個体	シイ(常緑広葉樹)	90.0	2	1.8	220.0	-10.0	凹型	20.7	17.0	28.0	0.0	—
M	無し	ヤブツバキ(常緑広葉樹)	85.0	10	—	2.0	-18.0	凸型	—	—	—	0.0	—
N	全天区	—	—	—	100.0	—	—	—	20.8	16.0	32.0	—	—

*, **, ***は, それぞれヤマツツジ, ミツバツツジが混生する同一の調査区を示す。ツツジ個体数および着花数は左の林床型に明記した種のものを示し, 1から6段目まではヤマツツジ, 7から14段目まではコバノミツバツツジの値を示す。着花数の横()内に示した数字は着花数をカウントしたサンプル数を示す。

表-2 ヤマツツジの着花数と日射量・気温および植生環境との相関係数

Table 2. Correlation coefficients between flowering amount and solar radiation / temperature and vegetation structure (*R. kamferi*)

日射量 (MJ/m ²)	平均気温 (℃)	最低気温 (℃)	最高気温 (℃)	ヤマツツジの個体数 (個体/25m ²)	ヤマツツジの株立数 (本/1株)	低木本数 (本/25m ²)	高木層 植被率(%)	地形	傾斜方位 (度)	傾斜角度 (度)
0.90*	-0.42	-0.24	-0.38	0.92**	0.89*	0.88*	-0.78	-0.90*	-0.37	-0.75

*p<0.05, **p<0.01

※ここでの高木とは樹冠を形成する樹高9~13m程度のコナラ, アカマツ, シラカバカシ, シイ等を示し, 低木とはツツジ類を含む樹高1~3m程度のネジキ, シヤシャンボ, ヒサカキ, ネズミモチ等を示す。また質的変数である地形は評点が高いほど水分条件が良くなる順序変数(凸型1, 斜面2, 凹型3)に置き換え, 方位は北を0度とし東回りに360度とする値を代入している。表-3も同様。

表-3 コバノミツバツツジの着花数と日射量・気温および植生環境と相関係数

Table 3. Correlation coefficients between flowering amount settings and solar radiation / temperature and vegetation structure (*R. reticulatum*)

日射量 (MJ/m ²)	平均気温 (℃)	最低気温 (℃)	最高気温 (℃)	低木本数 (本)	ミツバツツジ の幹直径(cm)	高木本数 (本)	高木層植被率 (%)	地形	傾斜方位 (度)	傾斜角度 (度)
0.89**	-0.40	-0.46	0.24	0.83*	0.70	-0.80*	-0.90**	-0.52	-0.77*	-0.31

*p<0.05, **p<0.01

みられずツツジの枯死木が増加し, 1%台の暗い林内では個体すら確認できなかった。

(2) 着花の誘発・阻害要因の検討

a. 相関行列による分析結果

ヤマツツジ, ミツバツツジの着花数と日射量・気温ならびに植生環境との相関関係を分析した結果, 両種の着花数と日射量との間に有意な正の相関(ヤマツツジ $P < 0.05$, ミツバツツジ $P < 0.01$)があり, 特にミツバツツジの着花数と高木層の植被率との間には有意な負の相関(ミツバツツジ $P < 0.01$)があった(表-2, 3)。以上の結果から, 植生遷移が進行する林内において, ツツジの花芽分化が開始する6月上旬以後の日射量を確保するために, 密生して樹冠を閉ざす高木層における除伐が必要であるといえる。

また, ヤマツツジの着花数は, 個体数ならびに株立ち本数との間に有意な正の相関関係があり, 逆に地形(水分条件)との間に有意な負の相関関係がみられた。ミツバツツジの着花数は, ツツジの個体を含む低木の本数(有意 $P < 0.05$)とミツバツツジの幹直径との間に正の相関関係が, 逆に傾斜方位との間に有意な負の相関関係がみられた(表-3)。

以上の結果から, ヤマツツジ, ミツバツツジともに高木層の植被率が低く日射量を十分に得られる場所でよく着花する傾向にある一方で, ヤマツツジは凸型あるいは斜面地などで, ミツバツツジは東側斜面地でよく着花していることが明らかになった。

b. 重回帰分析

引き続き, 上記で行った相関関係の分析結果をもとに, 関連する既往研究でも着花の主要因とされている日射量^{1), 2), 3)}を説明変

数とする重回帰分析を行った。ここで着花数と有意な相関関係がみられた高木層の植被率や, 低木の本数, ツツジの個体数・傾斜方位等のデータがいずれも日射量と高い相関関係がみられたことから, 重回帰分析の説明変数としては不適と判断した^{注3)}。よって多重共線性の問題をクリアしていた気温データ(平均・最低・最高)のうち両種ともに同じ説明変数とする日射量との相関が最も低い最高気温をもう1つの説明変数として採用した。

その結果, ヤマツツジでは, Z (着花数) = $-0.23X$ (最高気温) + $0.87Y$ (日射量)という重回帰式(データ標準化)が得られた。但し, 調整済み決定変数は0.78, 5%を有意水準とした場合, 日射量の偏回帰係数のみが有意であった^{注4)}。

またミツバツツジでは, Z (着花数) = $0.23X$ (最高気温) + $0.89Y$ (日射量)という重回帰式(データ標準化)が得られた。但し, 調整済み決定変数は0.79, 5%を有意水準とした場合, 日射量の偏回帰係数のみが有意であった^{注4)}。

以上の結果から, ヤマツツジは, 花芽分化が開始する6月上旬の最高気温が低い場所ほど, ミツバツツジは最高気温が高い場所ほど着花数が多い傾向にあるといえる。また, 着花数と各気温データの間には, ほぼ負の相関傾向にある中で, ミツバツツジの着花数と最高気温だけが正の相関関係にあることから(表-2, 3), 1日を通じて気温が低い冷涼な環境でヤマツツジが良く着花し, 日中は気温が高いものの夜間は低くなる日当たりと風通しが良い環境でミツバツツジが良く着花する傾向にあると考えられる。

4. 今後の保全・活用の方向性

本論の分析により, 植生遷移が進む中に残存する自生ツツジの

着花を促すためには、関西や関東における既往研究結果^{1), 2), 3)}と同様に花芽分化が開始する6月上旬までに高木層の間伐を行い林内の光環境を明るくする必要があるといえる。また、房総半島におけるミツバツツジおよびヤマツツジの分布特性⁴⁾と同様に、ミツバツツジは特に瘠せ地、急斜面地に分布し、ヤマツツジはさらに傾斜が緩やかな場所まで広く確認できた。しかし、分布地の中でも1日中の気温が低く乾燥した立地(ヤマツツジ)や、日中は気温が高いものの夜間は低くなる風通しのよい東側斜面(ミツバツツジ)等の限定された立地環境でしか十分な着花が確認できなかった。

以上の分析結果を踏まえて、自生するヤマツツジやミツバツツジが優占する場所においては、散策路沿いの除伐に加えて、隣接する林内環境まで含めた高木層の間伐や競合する常緑広葉樹の除伐作業が必要といえる。

本研究が常緑広葉樹林帯における希少な季節景観・生物多様性の保全や、魅力的な自然公園の散策路整備計画等の参考資料として活用されることを期待する^{注5)}。

謝辞

本研究の現地調査において九州大学大学院芸術工学研究院の藤井義久氏、岡部達也氏、ならびに(株)エコプラン研究所の岩本辰一郎氏にご協力をいただきました。

また、上原良躬氏には、予備調査段階から全面的なご協力をいただきました。

ここに、感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 重松敏則・高橋理喜男・鈴木尚(1985)：二次林林床における光条件の改良が野生ツツジ類の着花に及ぼす影響：造園雑誌 48(5), 151-156
- 2) 重松敏則(1988)：レクリエーションを目的とした二次林の改良とその林床管理に関する生態学的研究：大阪府立大学紀要 農学・生物学第40巻
- 3) 森本淳子・吉田博宣(1999)：コバノミツバツツジのシュートレベルにおける着花数決定のメカニズムと推移行列を利用した開花数の予測：日本林学会誌 81(3), 203-209
- 4) 古賀陽子・若木優子・小林達明・長谷川秀三(2003)：房総半島に自生するミツバツツジ節2種の生育適地：ランドスケープ研究 66(3), 231-237

- 5) 守山弘(1988)：自然を守るとはどういうことか：農山漁村文化協会, 76-151
- 6) Christina Axelsson-Lindgren//Gunnar Sorte(1987)：Public Response to Differences Between Visually Distinguishable Forest Stands in A Recreation Area, Landscape and Urban Planning, 14, 211-217
- 7) 小林信雄・森中洋一・半田高・高柳謙治・有限健一(2003)：形態形質の多変量解析による霧島山系野生ツツジ集団の評価：園芸学研究 2(4), 265-268
- 8) 宮島郁夫(1987)：九州におけるツツジ属植物の分布と類縁関係：園芸学会昭和62年度秋季大会シンポジウム講演要旨, 114-121

脚注

- 1) ヤマツツジ、ミツバツツジが混生する調査区では、種別にそれぞれの着花状況と環境条件の分析を行うこととした。
- 2) 気温の測定を行った11コドラートの内、5コドラートのデータは計測器数の都合上、2005年(翌年)の同時期に測定した値から全天区における気温差を減じた値を用いた。なお、林内にツツジの個体がない調査区では、ヒサカキ等の低木類を代用し、地上部1.5m付近の気温変化を計測した。
- 3) ヤマツツジの着花数と有意な相関がみられた変数(株立ち数、個体数、地形、低木本数)と日射量との相関係数は0.93, 0.90, -0.90, 0.96。ミツバツツジの着花数と有意な相関がみられた変数(傾斜方位、高木層の植被率、高木本数、低木本数)と日射量との相関係数は-0.75, -0.91, -0.82, 0.83。いずれも日射量と有意な相関関係にあった。
- 4) 説明変数とした日射量と最高気温の相関係数は、それぞれ-0.17(ヤマツツジ), 0.01(ミツバツツジ)であり、より日射量と相関が強い平均気温、最低気温に比べると独立した条件とみることができる。各重回帰式の偏回帰係数を着花数に対する寄与量とすれば、ヤマツツジ、コバノミツバツツジともに着花数は、花芽分化が開始する6月上旬の日射量に比例して増加するものの、ヤマツツジは一日を通じて冷涼な環境下でよく着花し、逆にミツバツツジは最高気温が高く、一日の気温差が大きい環境下でよく着花する傾向にあるといえる。
- 5) 現時点でツツジが比較的良好に着花する林分においても競合しつつある常緑樹広葉樹の除伐を行うことで、着花・結実による持続的なツツジの更新が期待できるだけでなく、散策路からの眺望を確保することができる。