

希少種ササバギンランの生育環境特性： 横須賀市久里浜におけるマテバシイ植林の事例

小嶋 紀行

Noriyuki Kojima: Habitat Characteristics of Rare Plant *Cephalanthera longibracteata* Blume (Orchidaceae): A Case Study of Japanese Stone Oak (*Lithocarpus edulis* (Makino) Nakai) Plantation in Kurihama, Yokosuka, Central Japan

はじめに

ラン科のササバギンラン *Cephalanthera longibracteata* Blume は、千島列島から中国東北部や朝鮮半島にかけて分布し、日本国内では北海道から九州までの広い範囲に分布している夏緑性草本である(秋山・佐宗, 2001; 前川, 1971)。神奈川県内における本種の生育地は、丘陵地から山地にかけて点在しているが、その個体数は少ないとされる(秋山・佐宗, 2001)。隣接する東京都では都区部で絶滅危惧Ⅱ類(VU)(東京都, 2011)、千葉県でも絶滅危惧Ⅱ類と同等の「要保護生物」に位置づけられており(千葉県, 2009)、南関東の各地で本種の自生個体群の保全が求められている。また、本種の主な生育環境は、近縁のキンラン *Cephalanthera falcata* (Thunb.) Blume やギンラン *Cephalanthera erecta* (Thunb.) Blume と同様に、クヌギ・コナラ群集などの落葉広葉樹二次林であるとされている(宮脇ほか, 1994)。

このようにササバギンランは落葉広葉樹二次林を分布の中心とし、減少傾向にある種であると考えられてきたが、市街地の樹林帯などに生育していることが近年になって報告されている(飯島ほか, 2006; 藤間ほか, 2001)。

しかし、キンラン属の生育環境に関する研究は、キンラン(寺井, 2007, 2008; 山崎ほか, 2009)およびギンラン(能勢ほか, 2009)を対象としたものが大半である。対照的にササバギンランは、分布の記録(飯島ほか, 2006; 野上, 2006; 藤間, 2001)、生活史と個体群の分布様式(寺井, 2009, 2010)、共生する菌根菌の同定(坂本ほか, 2009)や菌根菌への依存度(坂本ほか, 2012)が明らかにされているが、生育環境については観察に基づいた定性的な記録(飯島ほか, 2006; 野上,

2006)がみられるのみである。

ところで、上述のササバギンランの生育地は、いずれも光量が比較的豊富な立地であると思われるため、本種の生育には良好な光条件が必要である可能性がある。

また、本種はベニタケ科(Russulaceae)もしくはロウタケ科(Sebacinaceae)の菌と菌根を形成し(坂本ほか, 2009)、窒素源を外生菌根菌(以下、菌根菌)に依存している混合栄養性(mixotrophy)の植物であることが報告されている(坂本ほか, 2012)。近縁種の *Cephalanthera damasonium* (Mill.) Druce についても、炭素源の約50%が菌根菌に由来することが指摘されており(Julou *et al.*, 2005)、キンラン属の種群はいずれも栄養源を菌根菌に強く依存している。菌根菌をはじめとした土壌微生物の生育には、土壌の温度、光、水、pHなどが影響しており(堀越・二井, 2003)、これらの土壌条件が菌根菌を通して本種の分布を規定している可能性がある。

そこで本研究では、特に光条件と菌根菌の生育基盤となる土壌条件に着目して、自生地におけるササバギンランの生育環境を明らかにすることを目的とした。

調査地概要

横須賀市神明町の緑地において、2012年5月から2012年9月にかけて野外調査を実施した。この緑地はくりはま花の国(35° 13' 21.982" N, 139° 42' 07.174" E)の園地の後背部に位置し、森林植生はスダジイやモチノキが優占する常緑広葉樹林やマテバシイ植林などが存在する。ササバギンランの自生地は尾根部に位置する純林状のマテバシイ植林で、低木層はマテバシイの萌芽の他にイヌビワやモチノキがわずかにみられ、草本層はササバギンランのほかにはコクラン、テイカカズラなどがいず

れもごくわずかに生育しているのみであった(図1)。

この自生地の中には、登山道あるいは作業道として利用されている歩道が存在しているが(図1)、この歩道を利用する登山客は稀である。そのため、歩道面は薄く落葉に覆われており、歩道面が踏圧によって侵食されている様子は確認できなかった。また、2011年頃にはこの自生地に隣接する林分において、送電線保護が目的と思われるマテバシイ植林の伐採が行われている。

調査方法

ササバギンランの生育するマテバシイ植林において、ササバギンランの個体群を含む形で10 m×15 m(150 m²)の調査区を設置した。

本種の生育状態を明らかにするため、調査区内で出現した各個体について調査区内での位置(座標)を記録した上で、草丈(地表面から茎頂までの垂直距離)と花数、葉数を測定した。これらの地上部の形質については、ギンラン(能勢ほか, 2009)やサクユリ(菊池・倉本, 2008)を対象とした研究で生育状態の指標として用いられているだけでなく、ササバギンランを損傷せずに測定できるため、本研究においても生育状態の指標として採用した。

次にササバギンランの生育環境を詳細に調べるため、上記の調査区を2.5 m四方の小区画に区切り、この小区画の角において光条件と土壌条件の調査を実施した。調査区内の光条件については、デジタルカメラ(PENTAX K-r)と円周魚眼レンズ(SIGMA 4.5 mm F2.8)を用いて、地上約1 mの高さで全天写真を撮影した。得られた全天写真は、CanopOn2(Takenaka, 2009)を用いて開空率(%)を算出した。開空率は相対照度との間に正の相関関係が認められているため(早稲田, 1983; 崎尾, 2003)、光条件の指標として用いた。

調査区内の土壌条件として、ギンランの地上部の形質に影響を与えることが指摘されている土壌含水率(能勢ほか, 2009)を測定した。また、林内を通る歩道がササバギンランへ与える影響を明らかにするため、踏圧の強度の指標として土壌硬度(山中式土壌硬度計の貫入深さ)を測定した。さらに、光条件が良好でA0層(地表面の植物遺体およびその分解過程にある有機物層(河田, 1989))が薄い立地では、活性菌根形成率、菌根菌の子実体の種数および子実体の発生数が高まるため(木下・福田, 2004)、菌根菌の活性度の指標としてA0層の厚さを測定した。土壌含水率と土壌硬度の測定には、土壌水分計 Hydrosense (CD620 + CS620: Campbell Scientific, Inc.)と山中式ポケット型土壌硬度計(株)藤原製作所)を用いた。

各小区画の角で測定された開空率と土壌含水率、土壌硬度、A0層厚さの平面分布を等高線図で表し、環境条件とササバギンランの分布との関係を検討した。さらに、この等高線図から本種が生育している地点の環境条件の

値を読み取り、本種の地上部の形質と環境条件との関係を検討した。なお、統計解析は統計ソフト R version 2.13.2(R Development Core Team, 2011)を用いた。

結果

ササバギンランの分布と環境条件との関係

ササバギンランは、マテバシイの幹から離れた位置で、1 mから3 mの範囲で小群状に分布する傾向がみられた(図1)。加えて、歩道の周辺に生育する個体が多かったが、歩道内には分布していなかった。

図2は、調査区内の開空率と土壌硬度、A0層厚さ、および土壌含水率の等高線図に対して、本種の生育地点を重ねたものである。

開空率は、伐採地に接する調査区の端(図の右上端)では10%以上だったが、大半は8%以下と低い値であった(図2-a)。また、本種は開空率が7%以下の立地に分布し、開空率が高い立地に偏在する傾向はなかった。

土壌硬度の値は、10 mmから20 mmと調査区内では中庸な立地に本種が分布しており、10 mm未満および20 mm以上の立地には分布していなかった(図2-b)。また、土壌硬度が20 mmを超える立地は、調

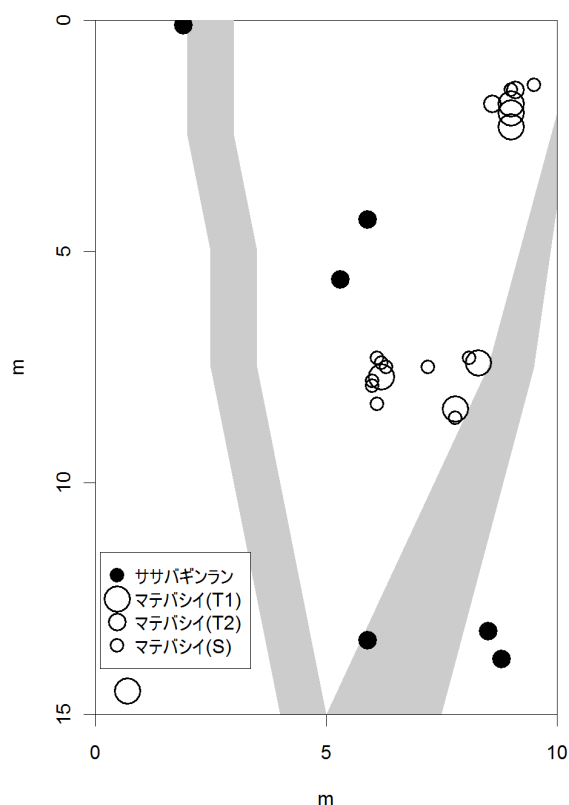


図1. 調査区内のササバギンランと樹高2m以上の立木の位置図。図中のT1, T2, Sは、それぞれ高木層、亜高木層、低木層の幹を示す。灰色で示した部分は調査区内を通る歩道となる。

査区内を通る歩道の場所とよく一致していた（図 1、図 2-b）。

A0 層の厚さについては、2 cm から 5 cm と A0 層が比較的薄い立地に分布しており、6 cm 以上となる立地には全く分布していなかった（図 2-c）。

土壌含水率は、16% から 30% と調査区内では中庸な領域に分布しており、土壌含水率が 16% 未満および 32% 以上の立地には分布していなかった（図 2-d）。

ササバギンランの生育状態と環境条件との関係

ササバギンランの地上部の形質の測定結果を表 1 に示す。花数は 15 個と極端に多い個体がみられた一方で、草丈が 20 cm 以下の 2 個体は開花を確認できなかった。Pearson の積率相関係数を用いて地上部の形質間の関係を検討したところ、草丈と花数との間にのみ有意な正の相関が得られた ($r=0.82$, $P<0.05$)。

次に、本種の生育地点における環境条件と、地上部の形質の値について、Pearson の積率相関係数を用いて相関関係を検討した結果を図 3 に示す。

開空率と地上部の形質の間では、有意な相関は得られなかった（図 3-a, b, c）。土壌硬度と地上部の形質との関係を検討した結果、草丈 ($r=0.89$, $P<0.05$)

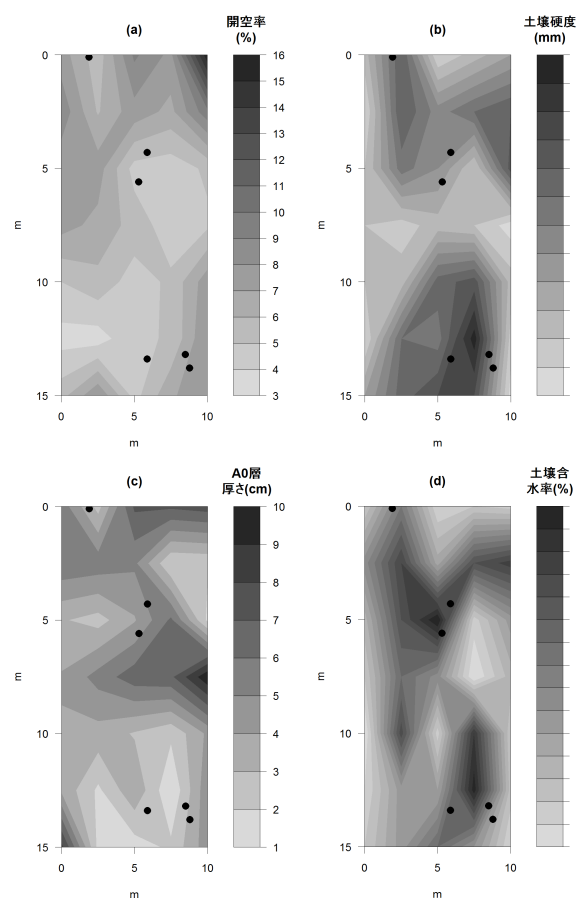


図 2. 調査区内の開空率と土壌硬度、A0 層厚さ、および土壌含水率とササバギンランの生育地点との関係。図中の●はササバギンランの生育位置を示す。

との間に有意な負の相関が得られた（図 3-d, e, f）。A0 層の厚さと地上部の形質との関係については、草丈 ($r=0.96$, $P<0.01$) および花数 ($r=0.87$, $P<0.05$) との間に有意な正の相関が得られた（図 3-g, h, i）。さらに土壌含水率と地上部の形質との関係を検討したが、有意な相関は得られなかった（図 3-j, k, l）。

考 察

ササバギンランの生育環境と非生育環境の比較

ササバギンランの分布様式については、寺井（2009, 2010）が 1 ないし数 m の範囲で小群状に発生すると報告おり、本研究の結果と良く一致している。

本種の生育地は、これまでの報告ではコナラ林などの落葉広葉樹林内（宮脇ほか, 1994; 寺井, 2007）や、明るい樹林内（赤堀ほか, 2009; 秋山・佐宗, 2001）、登山道脇の林縁（野上, 2006）、大学構内の緑化林の林縁（飯島ほか, 2006）など、比較的光条件の良好な立地であると考えられる。しかし、調査区内の開空率は大半が 8% 以下であり、シュロの繁茂したクスノキ林の値（8% から 12%; 岩崎・石井, 2007）を下回っていた。このように、本調査地では暗いマテバシ植林内にササバギンランが生育しており、開空率の高い立地に集中分布する傾向もみられなかった（図 2-a）。従って、光条件は本種の分布を規定する要因では無いと考えられる。さらに、キンランは $20 \mu \text{mol/m}^2/\text{s}$ 程度の弱光条件下で生育しており（寺井, 2008）、本研究と同様の傾向を示している。

本種の生育地点の土壌硬度（10 mm から 20 mm；図 2-b）は、ギンラン生育地の値 ($9.39 \pm 2.21 \text{ mm}$ ；能勢ほか, 2009) と比べてやや高かった。これは、本調査地では歩道周辺に生育する個体が多かったためだと考えられる。また、寺井（2008）は、踏圧の影響の強い立地にはキンランが分布していないと報告しているが、本調査地においても歩道内に生育する個体はみられず、本研究の結果と良く一致している。

調査区内で A0 層が比較的薄い立地（5 cm 以下）に本種が生育していたが（図 2-c）、これは三浦半島のマテバシ植林の平均値（6 cm から 7 cm 程度；小嶋, 2012）と比較しても低い値であった。飯島ほか（2006）も、本種が落葉層の薄い立地に生育していることを報告しており、本研究の結果と良く一致している。さらに、下刈りと落ち葉掻きによってキンランの個体数が増加したことが報告されており（寺井, 2007）、キンラン属の種群の生育地はいずれも落葉層が薄いことが特徴だといえる。このように A0 層の薄い立地では、種子重の軽い種群の発芽と定着が可能である（辻・星野, 1992）。また、木下・福田（2004）は、光条件が良好で A0 層が薄い立地では、対照地と比較して活性菌根形成率が 2 倍、菌根菌の子実体の種数と発生数がそれぞれ 6 倍と約 3 倍に高まることを報告している。それゆえ、菌根菌と共生し、

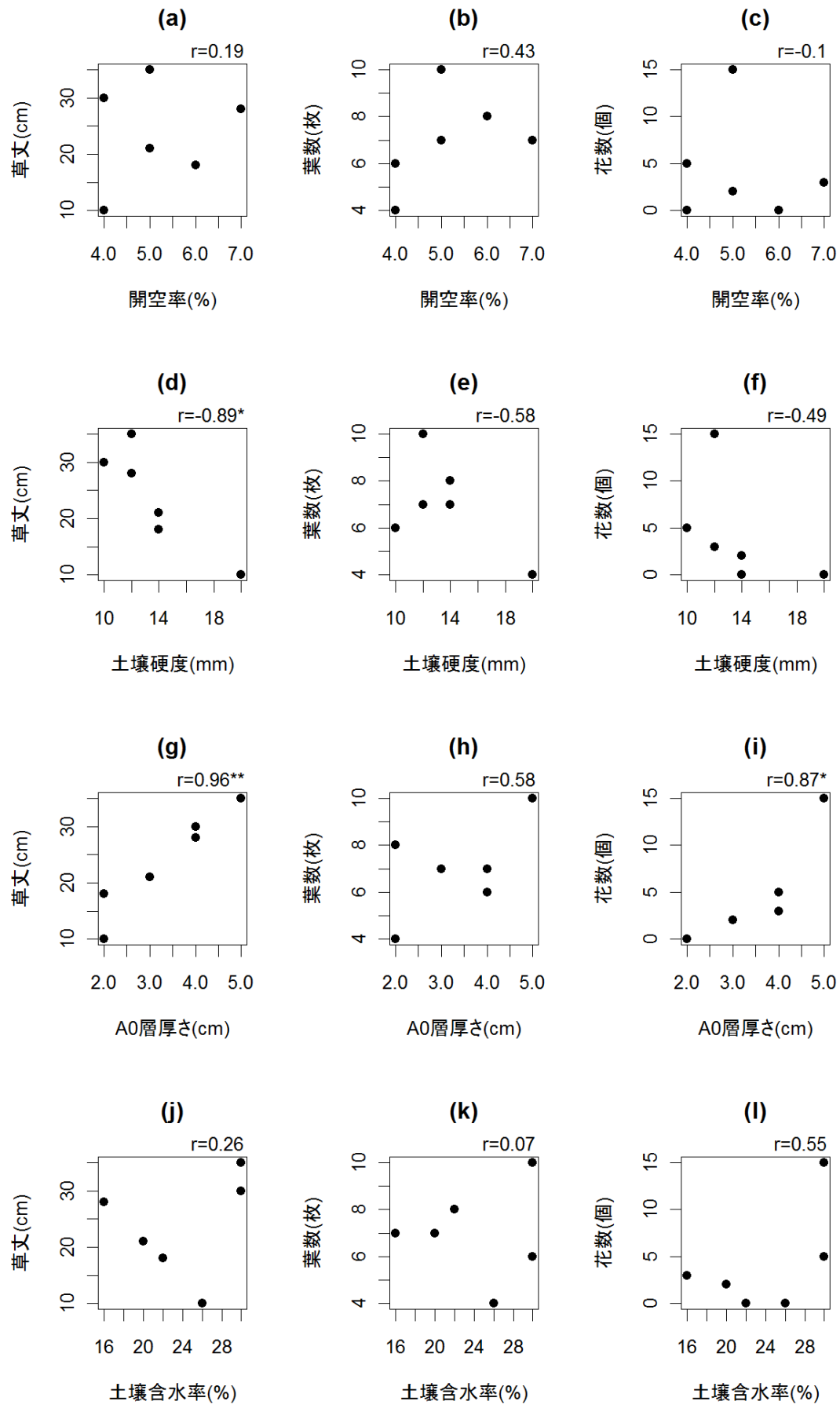


図3. ササバギンランの生育地点における開空率と土壌硬度, A0層厚さ, および土壌含水率と, ササバギンランの地上部の形質(草丈, 葉数, 花数)との関係. 図中の数値は相関係数を示す. アスタリスクは有意な相関が得られたことを示す (* : $P < 0.05$; ** : $P < 0.01$).

極めて微細な種子のキンラン属の種群にとって、A0 層の薄い立地は好適な環境であると考えられる。

本種の生育地点における土壌含水率の値（16% から 30%; 図 2-d）は、ギンラン生育地の値（ $17.14 \pm 4.06\%$; 能勢ほか, 2009）と同等か、やや高い値であった。

以上のように、本種は近縁種と同様に落葉層が薄い立地を選好していると考えられる。また、歩道の周辺に生育する個体が多く、近縁種と比べて土壌硬度がやや高い立地に生育する傾向がみられた。

環境条件がササバギンランの生育に及ぼす影響

野上（2006）は、本種の草丈、花数および葉数が、それぞれ 24.6 cm から 30.5 cm、5 個から 7 個、6 枚から 7 枚であると報告しているが、これは本研究の結果とほぼ同等であった（表 1）。本種の一般的な草丈は、30 cm から 50 cm 前後（北村ほか, 1964; 前川, 1971）と記されているが、本調査地はこれよりも小型な個体が多かった。本種の未開花率は 30% から 65% 程度であることが知られており（寺井, 2010）、本調査地の開花率（66.7%）と同等の値であった。さらに、本種は草丈と花数との間に正の相関がみられたが（表 1）、キンランでも同様の傾向が報告されている（寺井, 2008）。このように、本調査地では小型な個体が多いが、開花率と分布様式は先行研究と良く一致していた。また、地上部の形質間の関係についても近縁種と同様の傾向を示しており、本調査地において本種は概ね良好に生育しているといえる。

次に環境条件と本種の生育状態との関係を検討した結果、開空率と本種の地上部の形質との間に有意な関係性はなかった（図 3-a, b, c）。ギンランについても、光条件と地上部の形質との間に有意な関係性がみられず（能勢ほか, 2009）、本研究と同様の結果が得られている。これらのキンラン属の種群は混合栄養性の種であるため（Julou *et al.*, 2005; 坂本ほか, 2012）、光条件に応じた光合成生産物だけでなく、菌根菌から供給される養分が加わることで、弱光条件下での生育を可能にしていると考えられる。

土壌硬度と草丈との間に負の相関がみられたが（図 3-d）、本調査地では歩道周辺に生育する個体が多かったため、踏圧によって堅密化した土壌が地上部の生長に悪影響を及ぼしていたと考えられる。

表 1. 調査区内で観察されたササバギンランの地上部の形質

個体番号	草丈 (cm)	葉数	花数	備考
1	35	10	15	
2	30	6	5	
3	21	7	2	
4	18	8	0	
5	28	7	3	
6	10	4	0	茎頂部が枯死
平均±標準偏差	23.7 ± 9.1	7.0 ± 2.0	4.2 ± 5.6	

A0 層の厚さは、草丈および花数に対して有意な正の相関を示した（図 3-g, i）。本調査地では、A0 層が最も薄い立地の多くは歩道周辺に存在し（図 1, 図 2-c）、この立地の多くは土壌硬度が 22 mm 以上であった（図 2-b）。このように、土壌硬度が 21.9 mm を超える立地では、林床が裸地化することが知られている（根本, 1999）。従って、A0 層の薄い立地は本種の定着や菌根菌との共生において有利になるものの、本調査地では踏圧によって堅密化した土壌の影響が卓越し、結果として A0 層の薄い立地で草丈や花数が減少したと考えられる。

これまでに、ギンランは地上部の形質と土壌含水率との間に正の相関があると指摘されているが（能勢ほか, 2009）、本研究では同様の傾向は認められなかった（図 3-j, k, l）。これは、本調査地のササバギンランは土壌含水率が比較的高い立地に生育しており（図 2-d）、土壌水分に恵まれていたためだと考えられる。

以上のように、菌根菌と共生する混合栄養性のササバギンランは、暗い林床であっても良好に生育できると考えられる。一方で、踏圧で堅密化した土壌が、本種の地上部の形質に負の効果を及ぼしていたと考えられる。



付図 1. マテバシイ植林内に生育するササバギンラン（表 1 の個体番号 1）。

引用文献

- 赤堀千里・小久保恭子・佐々木あや子・田畑節子・中山博子・山本絢子・勝山輝男・田中徳久, 2009. 熱海市岩戸山の植物相. 神奈川県立博物館研究報告(自然科学), 38: 45-94.
- 秋山 守・佐宗 盈, 2001. ラン科. 神奈川県植物誌調査会編, 神奈川県植物誌 2001, pp.485-525. 神奈川県立生命の星・地球博物館, 小田原.
- 千葉県, 2009. 千葉県の保護上重要な野生生物 ―千葉県レッドデータブック植物・菌類編(2009年改訂版)―. 千葉県. Online. Available from internet: <http://www.bdcchiba.jp/endangered/rdb-a/index-p.html> (downloaded on 2012-08-06).
- 堀越孝雄・二井一禎 編, 2003. 土壤微生物生態学. 229pp 朝倉書店, 東京.
- 飯島和子・橋本健一・松井恭平, 2006. 千葉県立衛生短期大学構内に出現した野生ラン(ラン科)(第2報): ギンラン *Cephalanthera erecta* Blume とササバギンラン *C. longibracteata* Blume の確認. 千葉県立衛生短期大学紀要, 24(2): 1-4.
- 岩崎絢子・石井弘明, 2007. 兵庫県, 西宮神社における侵入種シュロの伐倒除去―社叢林の積極的植生管理と費用対効果―. 景観生態学, 12(1): 35-43.
- Julou, T., B. Burghardt, G. Gebauer, D. Berveiller, C. Damesin & MA. Selosse, 2005. Mixotrophy in orchids: insights from a comparative study of green individuals and nonphotosynthetic individuals of *Cephalanthera damasonium*. *New Phytologist*, 166(2): 639-653.
- 河田 弘, 1989. 森林土壌学概論. 399 pp. 博友社, 東京.
- 菊地哲理・倉本 宣, 2008. 伊豆大島における固有種サクユリの分布特性に関する研究. 日本緑化工学会誌, 34(1): 75-80.
- 木下晃彦・福田秀志, 2004. 管理状況の異なる雑木林におけるキノコ相の違い. 森林立地, 46(1): 29-34.
- 北村四郎・村田 源・小山鐵夫, 1964. 原色日本植物図鑑・草本編(Ⅲ). 465 pp. 保育社, 大阪.
- 小嶋紀行, 2012. 三浦半島大楠山におけるタシロラン生育地の種組成と立地環境. 神奈川自然誌資料, (33): 11-18.
- 前川文夫, 1971. 原色 日本のラン. 495 pp. 誠文堂新光社, 東京.
- 宮脇 昭・奥田重俊・藤原陸夫編, 1994. 改訂新版日本植生便覧. 910 pp. 至文堂, 東京.
- 根本 淳, 1999. 都市近郊コナラ二次林の林床植生保全に関する研究―東京都・武蔵野台地における事例的研究―. 環境システム研究, 27: 339-345.
- 野上達也, 2006. 砂防新道で確認された希少ラン科植物. 石川県白山自然保護センター研究報告, 33: 25-28.
- 能勢裕子・亀山慶晃・根本正之, 2009. ギンランの生活史およびその生育と菌根菌との関係. 保全生態学研究, 14: 185-191.
- R Development Core Team, 2011. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Australia. Online. Available from internet: <http://www.R-project.org> (downloaded on 2011-10-24).
- 坂本裕紀・横山 潤・牧 雅之, 2009. ササバギンランと菌根菌との対応関係の多様性. 山形大学理学部裏磐梯湖沼実験所報, 16: 31. Online. Available from internet: <http://repo.lib.yamagata-u.ac.jp/handle/123456789/5010> (downloaded on 2012-06-02).
- 坂本裕紀・横山 潤・牧 雅之, 2012. 混合栄養性種ササバギンランの菌依存度. 第123回日本森林学会大会学術講演集. Online. Available from internet: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jfsc/123/0/123_0_K26/pdf (downloaded on 2012-09-23).
- 崎尾 均, 2003. ニセアカシア (*Robinia pseudoacacia* L.) は溪畔域から除去可能か?. 日本林学会誌, 85(4): 355-358.
- Takenaka, A., 2009. CanopOn2 (Ver 2.03c). Online. Available from internet: <http://takenaka-akio.cool.ne.jp/etc/canopon2/> (downloaded on 2012-08-16).
- 寺井 学, 2007. 40年以上伐採されなかったコナラ二次林の林床植生の種多様性保全に関する事例的研究. ランドスケープ研究, 70(5): 435-438.
- 寺井 学, 2008. 10年間の個体モニタリングによるキンランの生活史に関する基礎的研究. ランドスケープ研究, 71(5): 585-588.
- 寺井 学, 2009. キンラン・ギンラン・ササバギンランの生活史のちがい. 第56回日本生態学会大会講演要旨集. Online. Available from internet: <http://www.esj.ne.jp/meeting/abst/56/PB2-653.html> (downloaded on 2012-10-03).
- 寺井 学, 2010. キンラン・ギンラン・ササバギンランの発生状況のちがい. 第57回日本生態学会大会講演要旨集. Online. Available from internet: <http://www.esj.ne.jp/meeting/abst/57/P1-196.html> (downloaded on 2012-10-03).
- 東京都, 2011. 東京都の保護上重要な野生生物種(本土部) 2010年版(2011年4月修正). 東京都. Online. Available from internet: http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/nature/animals_plants/rare-creature/red_data_book/redlist2010/index.html (downloaded on 2012-08-06).
- 藤間熙子・原田敦子・藤原一繪, 2001. 横浜国立大学常盤台キャンパスの植物相とその分布. 横浜国立大学環境科学研究センター紀要, 27(1): 33-47.
- 辻 誠治・星野義延, 1992. コナラ二次林の林床管理の変化が種組成と土壤に及ぼす影響. 日本生態学会誌, 42: 125-136.
- 早稲田 収, 1983. 開空度の測定とその光環境示標としての応用. 林業試験場研究報告, 323: 9-13. Online. Available from internet: <http://www.affrc.go.jp/labs/kanko/323-1.pdf> (downloaded on 2013-10-19).
- 山崎 旬・南 佳典・市川直子, 2009. キンラン (*Cephalanthera falcata*: ラン科) の自生地環境とフェノロジーおよび埋土法による自生地播種試験. 玉川大学学術研究所紀要, 15: 95-108.

小嶋紀行：株式会社ヴァル研究所