

都市郊外におけるクビキリギスの生息分布とその規定要因

Environmental factors affecting the distribution of *Euconocephalus Varius* in suburban area

徳江 義宏* ** 大澤 啓志**

Yoshihiro TOKUE Satoshi OSAWA

Abstract: Orthopterans and their songs are deeply rooted in Japanese culture. In the present study, we investigated the distribution of *Euconocephalus varius* in suburban areas to analyze the factors influencing their distribution. The study sites were located in Fujisawa and Chigasaki Cities, Kanagawa Prefecture, Japan. On a large scale, we counted *E. varius* by their calling songs at census points 200 m apart, and, on a small scale, recorded the vegetation types, height, and areas where they were distributed. Furthermore, we collected vegetation maps created by government surveys. The relationship between the frequency of *E. varius* and vegetation coverage around the census points was analyzed. An analysis of the large-scale areas revealed that vegetation types have a significant positive influence on *E. varius* distribution, such as paddy field areas around the 100 m buffer ($p < 0.001$). In the small-scale analysis, tall grasslands, bushes and hedges were important habitats, and these small patches enabled *E. varius* to survive in urbanized areas. The present study shows that *E. varius* can adapt to highly urbanized areas. Therefore, they could be considered one of target species regarding green space conservation in urban areas.

Keywords: *Euconocephalus varius*, Calling song, Green coverage, Singing insects, Residential area

キーワード: クビキリギス, 鳴き声, 緑被地, 鳴く虫, 住宅地

1. はじめに

日本人の季節感や情緒感の形成において、季節の推移に伴った昆虫類の鳴き声が果たす役割は重要である。例えば、古代よりその鳴く様子は様々な和歌に詠まれ、近世には庶民の間で虫聴き、虫売り⁶⁾といった鳴き声を楽しむ文化的な風習にまで昇華されていた。現代においても、コオロギ類などの昆虫の鳴き声を聞くことに対して人々が一定の心地よさを感じると指摘され⁴⁾、各地で虫聴きの催しが行われるとともに、直翅目の鳴き声をシンボルとするまちづくりの事例¹⁰⁾もみられる。したがって、今日の都市や農村において、人々が身近な自然に接する機会のみならず、自然のサウンドスケープという日常生活のアメニティ基盤の一つとして、昆虫類の鳴き声を聞くことができる緑地計画が重要と考える。その際、目標とする昆虫類の生息を規定する緑地の環境条件の解明が不可欠となる。このような視点での既往研究は、直翅目⁸⁾、クツムシ¹⁷⁾、セミ類¹⁶⁾、ヒグラシ¹⁸⁾等があるが、数多い身近な鳴く虫に対し、その知見は必ずしも十分ではない。

本研究では、直翅目キリギリス科の一種であるクビキリギス (*Euconocephalus varius*) を対象とした。本種は体長 27~34 mm程度で、北海道・本州・四国・九州、南西諸島などの日本全国に分布し、本土では秋遅くに成虫越冬する¹¹⁾。日本に産するキリギリス科の大半は秋季に鳴く種であるが、本種は成虫越冬という生活史より、数少ない春季に鳴く種として知られている。人里付近では比較的普通に生息し、その特徴的な鳴き声によって身近に存在が認知されてきた種である¹⁵⁾。特に春一番、桜が咲き終わった頃の暖かな夜に鳴く¹⁵⁾、あるいは本種の鳴き声によって春の夜の訪れを実感する¹⁹⁾等と指摘されるよう、他のキリギリス類の鳴き声が未だほとんど無い中で、春から初夏の季節を強く感じさせる象徴的な鳴く虫である。また、越冬成虫を冬の日溜まりで見つけ時に春の到来を待ち望む気持ちを強くさせる鳴く虫でもある¹⁵⁾という指摘もあり、春の季節感に結び付く文化性を有する種と考えられる。しかし、本種の生態については、観察に基づく生理生

態³⁾、飼育下における行動特性¹⁰⁾等が報告されるが、植生タイプや土地利用などとの関係から、その生息条件を定量的に検討した研究⁸⁾はごく僅かである。そこで、本研究は都市郊外において、クビキリギスの生息状況と植生タイプや緑地分布などの環境条件との関係把握より、その生息規定要因を明らかにすることを目的とした。

2. 研究の対象地と方法

(1) 対象地の概要

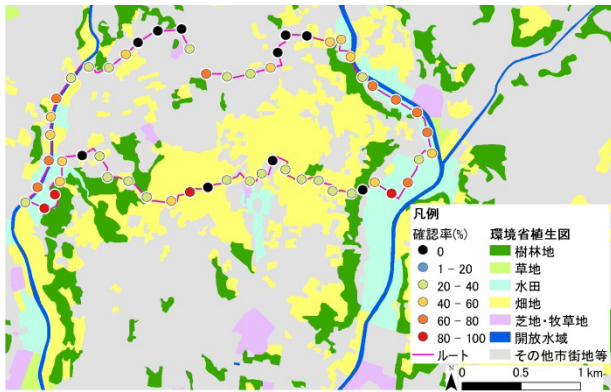
本研究は、神奈川県県央南部(藤沢市南部、茅ヶ崎市東部)を対象とした。対象地は谷戸の沖積低地が開折する相模原台地と相模平野が接する地域であり、多様な立地環境の調査地点が得られると考えたためである。また、明治~大正期までは農的環境が広がっていたが、高度経済成長期以降、鉄道沿線の住宅地開発等に伴い急速に都市化が進んできた地域でもある。

(2) 調査の方法

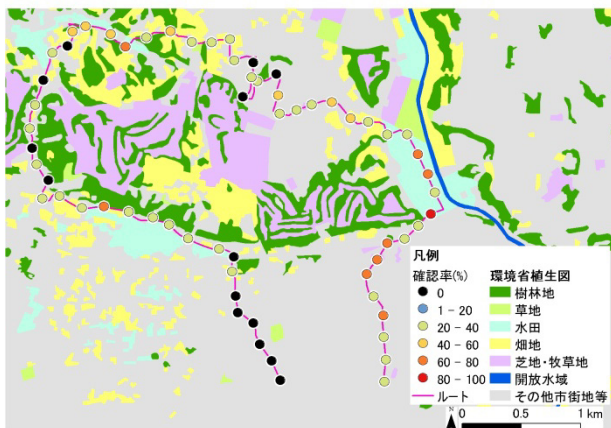
直翅目に対する鳴き声に基づく生息把握手法は一定の有効性を持つとされており、既往の研究において様々な種を対象に生息分布調査が行われてきた^{2) 17)}。これは、繁殖のために生理的に発する「呼び鳴き (calling song)」を確認するもので、成熟オス個体の生息の有無やおよその生息量の把握に有効と考えられる。本種も春季~夏季にかけての夜間に特徴的な声で盛んに鳴くために同定が容易であり¹¹⁾、本研究では鳴き声に基づいて生息分布調査を実施した。

生息分布調査は、数 km 四方程度の広域を対象とし、設定したルート上に配した地点における本種の生息の有無を記録した。調査の時期は、本種は4月中旬から鳴き始め、6月中旬まで鳴く¹¹⁾ことを考慮し、繁殖ピークと考えられる4月下旬~6月上旬に複数回の調査を行った。調査は、台地域内(台地ルート)、平野域内(平野ルート)、台地と平野の境界付近(境界部ルート)の3地域を対象とし、任意に約10.0~13.5kmのルートを設定した(図

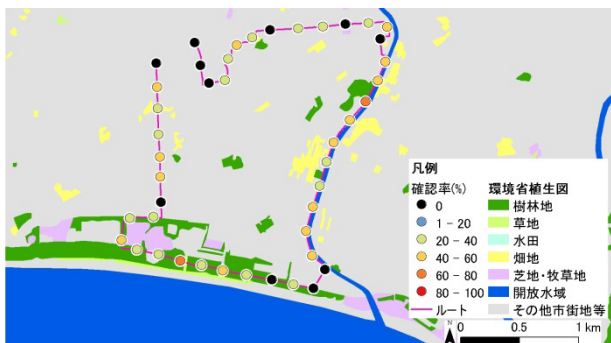
*日本工営株式会社 **日本大学生物資源科学部



図一 確認地点 (台地ルート)



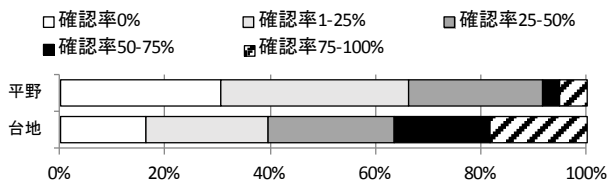
図二 確認地点 (境界部ルート)



図三 確認地点 (平野ルート)

表一 確認地点数の季節変化

	4月後半	5月前半	5月後半	6月前半
確認有地点数	42	98	60	36
調査地点数	163	163	163	163
出現率	25.8%	60.1%	36.8%	22.1%



図四 台地域と平野域における確認率の構成割合

一〜図三)。この各ルート上に 200m 間隔で調査地点を置き、各地点で夜間に 2 分間立ち止まり、鳴き声の有無を記録した。これは予備調査において、本種の鳴き声の可聴距離がほぼ 100m 未満であったためであり、隣接地点との重複記録が生じない地点間

隔に設定した。調査は各ルートに対し 4〜5 回 (2013 年 4 月に 1 回, 5 月に 2〜3 回, 6 月に 1 回) 実施した。調査は晴天または曇天の天候時に行い、日の入りの 19 時から 21 時頃の間で行った。

生息環境については、マクロスケールの環境条件として調査地点周辺の広域の緑地等の分布を、ミクロスケールの環境条件として各調査地点における生息場所の植生タイプの把握を行った。植生タイプの把握は、5 月以降の生息状況調査時にオスが鳴いている植物群落の特定を鳴き声を頼りに行い、特定できた群落について 2013 年 9 月〜10 月に優占種、群落高、群落面積を記録し、土地利用や優占種の状況から植生タイプとして区分を行った。広域の緑地分布は、国土交通省が作成した緑被分布図⁷⁾、および環境省が作成した 1/25,000 の植生図⁸⁾を用いて解析に供した。

これらの生息状況と生息環境のデータより、本種の生息規定要因の解析を行った。各地点 4〜5 回の調査における確認回数状況を応答変数、調査地点の周辺の緑被分布図の各区分 (市街地、樹林地、草地、農耕地の 4 区分) の面積、環境省の植生図の各植生群落 (樹林地、草地、水田、畑地、市街地の 5 区分) の面積を従属変数、オフセット項に調査回数、リンク関数 log としたポアソン分布による GLM (一般化線形モデル) により、本種の生息に影響を与える生息規定要因を検討した。周辺の緑被・植生の算出にあたっては、調査地点周辺 100m 範囲内の緑被地等の構成面積を求め、全ての変数の総当りで AIC (赤池情報量基準) を算出し、AIC が最も小さかったモデルを本種の生息を説明するモデルとして採用した。なお、これらの解析のソフトウェアは QGIS2.10¹²⁾、R3.2.2¹³⁾ のパッケージ MuMIn を用いた。

3. 結果

(1) 分布と地形区分の関係

分布調査に基づく各地点 4〜5 回の調査における確認回数の割合 (以下、確認率) と緑被分布図を重ねあわせた結果を図一〜図三に示す。3 地域の計 163 地点を調査した結果、128 地点 (出現率 78.5%) において本種の鳴き声の確認が得られた。確認状況の季節変化 (表一) をみると、調査開始から 5 月前半にかけて出現率が増加し、その後 6 月前半にかけて徐々に低下する傾向が示された。

確認地点の分布をみると、台地ルートでは全 56 地点中 46 地点で鳴き声確認が得られた (出現率 82%)。同様に、平野ルートでは全 63 地点中 49 地点 (出現率 78%) で、境界部ルートでは全 44 地点中 33 地点 (出現率 75%) であり、ルート毎での顕著な差は認められなかった。鳴き声の確認された環境をみると、樹林地、耕作地の周辺をはじめとして、場所によっては住宅地の中まで広範囲に生息していた (図一〜図三)。

台地域と平野域の地形区分 (図二の中央の東西に走る樹林地南端のラインが境: 台地内の開析低地は台地域に含む) について、確認率を 5 段階に分けて割合 (%) で示した結果を示す (図四)。比較すると、確認率 50% 以下の地点割合は台地域に比べて平野域が高く、50% を超える確認率の地点は台地域で多くなる傾向が認められた (図四)。この確認率の平均値は台地域が 41.9%、平野域が 28.1% であり、台地域が有意に高くなっていた (Mann-Whitney U 検定, $P < 0.05$)。

(2) 周辺緑地との関係

確認地点の緑被分布・植生面積の環境要因と確認率の関係について、GLM による検討を行った。なお、従属変数間では緑被分布図の農耕地と緑被分布図および植生図の市街地、緑被分布図の樹林地と植生図の樹林地に強い相関関係が認められた ($r > 0.7$) ことから、多重共線性の影響を回避するために、本検討では緑被分布図の市街地および樹林地の面積を従属変数として採用した。100m 範囲内の植生面積を従属変数として、 ΔAIC が 2 以下とな

表-2 GLMによる検討結果

モデル	AIC	ΔAIC	Deviance	切片	緑被分布図(ha)			植生図(ha)		
					市街地	樹林地	草地	水田	畑地	草地
1	519.31	0.00	185.29	-4.45	*			0.31	*	
2	520.60	1.28	184.57	-4.38	*		-0.10	0.30	*	
3	520.95	1.63	184.92	-4.41	*			0.30	*	
4	521.01	1.69	184.92	-4.47	*		-0.37	0.32	*	0.05
5	521.23	1.92	184.98	-4.45	*			0.31	*	0.11
6	521.28	1.97	185.26	-4.42	*			0.30	*	
Null	540.1	20.8	208.1	-4.27	*		-0.02	0.30	*	

※数値は回帰係数,* $p < 0.001$ を表す。

るモデルについて、従属変数の回帰係数、 p 値を求めた(表-2)。その結果、最もAICが小さいモデル1も含め、全てのモデルで水田面積が正の要因に選択された。一部のモデルでは、樹林地、草地、畑地も要因として選択されたが、いずれも統計的には有意ではなかった。

(3) 植生タイプとの関係

5月以降の調査において、オス個体が鳴いていた場所が特定できた植物群落(以下、生息群落)は計97地点であった。生息群落の面積は、最小5.7m²~最大20,311m²の範囲で平均1,011m²(S.D.=2,569m²)であった。面積別で見ると、500-1,000m²の植物群落での生息群落数が最も多くなっていたが、100m²未満の小規模な群落でも10数地点で生息が認められた。

生息群落は、土地利用、植生状況から次の4タイプに分類した。タイプ1はクロマツ林で、林床にはアズマネザサなどの下草が生育するものが多かった。タイプ2は生垣、庭、道路沿いの植栽帯で、木本類にマサキ、イヌツゲ、草本類にススキ、メヒシバなどが優占するものが多かった。タイプ3は畑および水田脇の雑草群落で、主な優占種はセイタカアワダチソウ、エノコログサ類であった。タイプ4は耕作放棄地等で、主な優占種はススキ、セイタカアワダチソウなどであった。タイプ別の生息群落数を見ると、タイプ4が計46ヶ所と最も多く、次いでタイプ2の計36ヶ所であったが、タイプ1、3は10ヶ所未満と少なかった(図-6)。また、各タイプの群落面積を見ると、タイプ2、4は100-500m²の小規模な群落における確認地点が多い傾向にあった。各タイプをさらに地形区分で分けると、タイプ4は台地域、タイプ1・2は平野域で多くなる傾向が認められた。生息群落の群落高の区分では、箇所数の多かったタイプ2は25~100cm以内でもやや多くなるが、200cmを越える群落で最も高い値を示した。またタイプ4は、25~50cmで最大となる一つ山型を示した。

4. 考察

(1) 本地域における確認状況

本対象地におけるクビキリギス成熟オス個体の生息状況の季節変化は、調査を実施した4月下旬から5月上旬に活動ピークを迎え、6月上旬にかけて徐々に減少していく傾向を確認した(表-1)。本研究では、この繁殖活動のピークが含まれる時期に調査を実施しており、本種の生息分布に対し確度の高いデータが得られたものと考えられる。確認地点の分布傾向からは、台地域と平野域での分布地点に偏りがある(図-1~図-3)ものの、都市化された郊外地域に広範囲に分布していることが確認された。ただし、地形別で見た確認率には差が認められ、平野域に対し台地域で有意に高くなっていた(図-4)。これらの要因を検討するため、まずマクロスケールでの解析を行った。

なお、本種の移動分散能は十分には明らかではないが、少なくとも100m程度は飛翔したという報告³⁾や、時に1km以上にも及ぶ遠距離の移動や灯火への集団的飛来が指摘される²⁰⁾。また、早春や晩秋に街中に現れることがある¹⁾とも指摘されるように、

本種が産卵や越冬を行う場所から離れて相当の距離の移動を行っている可能性がある。このため、必ずしも「鳴き声確認地点=繁殖を含む生息適地」とはならないが、複数回の調査による確認率を分析対象とすることで、生息適地に対する相対的な選好性は把握されたものとして、以下に考察を進める。

(2) マクロスケールで選好する環境

本種の生息に影響する要因について、周辺100m範囲内でのGLMの検討により得た複数のモデル式(表-2)のうち、統計的に有意で回帰係数値が高いものについて考察する。得られたモデルのうち有意となった変数は水田面積のみであり、全てのモデルで正に影響していることが示された。本種は、産卵でイネ科草本の茎と葉鞘の間に卵を産み込み、また越冬は河原などのまばらなススキの大きな切り株でよく行くとされる¹⁾。このため、本種が選好するイネ科草本等が畦、あるいは周縁部の土手等に普通に生育する水田が正に作用する要因になったと推察される。なお、水田面積での生息は既往の研究では指摘されないが、本調査時も認められなかった(図-4)。

本対象地域では台地域の開析低地に水田が多く分布しており、これに対し平野域内の農地(図-2、図-3)はほぼ畑地であった。これが地形別での確認率の差(図-4)となって表れたと考えられる。特に本地域における台地域内の水田分布は、緑地保全政策(市街化調整区域等)²⁾によるものであり、都市内にまとまった水田を含む農地を維持することが、本種の生息保全上有効であることが示された。一方、水田のほとんど分布しない平野域でも広く得られた本種の鳴き声の確認(図-2、図-3)については、上記の解析では説明が付き、次のミクロスケールでの検討を行った。

(3) ミクロスケールで選好する環境

ミクロスケールで確認された生息群落は、500-1000m²の群落を中心として(図-5)、タイプ4及びタイプ2が多いことが明らかとなった(図-6)。先述のように、本種の産卵はイネ科草本であり、台地域におけるススキが優占するような耕作放棄地等(タイプ4)を選好していた。ただし、畑および水田脇の雑草群落(タイプ3)の地点数は必ずしも多くはなく(図-6)、タイプ4は群落高50~100cmの地点が多かったことを鑑みると、粗放的な管理で比較的草丈の高い群落を本種は好むと推察された。

一方で、生垣、庭、道路沿いの植栽帯(タイプ2)といった植物群落についての確認地点数が高かった(図-6)ことは、本来の産卵や越冬場所ではない場所への飛来による移動分散の途中での一時的な利用が想定される。すなわち、先述の通り、本種が産卵や越冬を行う場所から離れて相当の距離の移動を行っている可能性があり、平野域で広範囲に鳴き声が確認されつつも(図-2、図-3)、確認率が低い地点が多くなる(図-4)理由の一つに、この一時的な利用は否定できない。ただし、これが本種の都市域との親和性の高さを示す要因の一つとも考えられ、街中の小さな緑地(本調査では最小6m²弱、100m²未満も10数地点で確認:図-5)でも鳴き声を聞くことを可能としていると考えられる。

最後に、水田のほとんどない平野域にあって、比較的確認率が

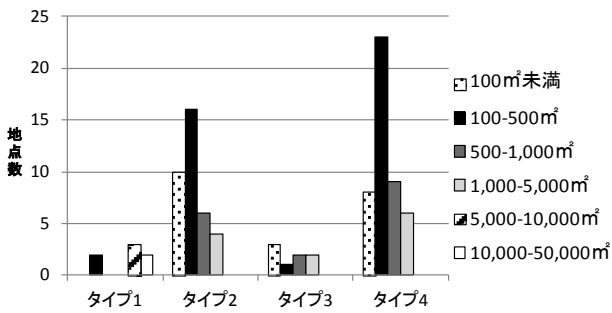


図-5 植生タイプ別の面積と出現地点数

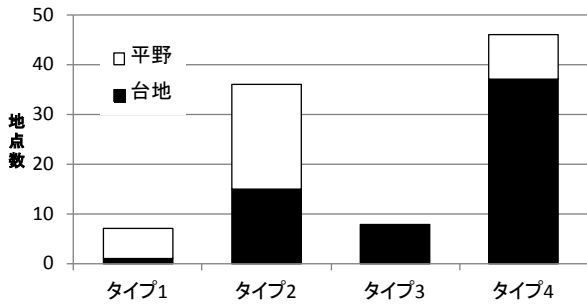


図-6 植生タイプ別の出現地点数

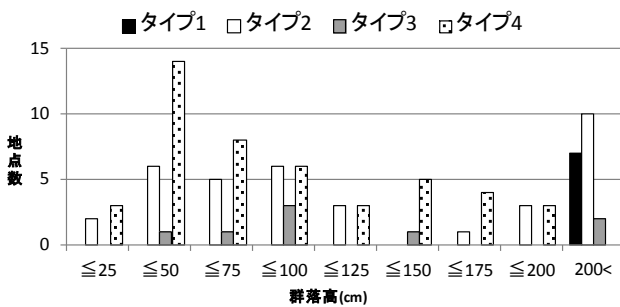


図-7 植生タイプ別の群落高と出現地点数

高い地点が連続する海岸付近および河川(引地川)沿い(図-2, 図-3)について、その要因を考察する。当地域では海岸に沿って「湘南海岸砂防林」が帯状に整備されており、このようなクロマツ植林の林床にススキ等のイネ科草本が広く生育している⁹⁾とされ、これは調査時にも確認されている。生息群落におけるタイプ1(クロマツ林)のほとんどが平野域にあり(図-6)、これらが海岸付近の確認率の高い地点に対応していた。また、河川沿いについては、河川に沿って幅員10m程度のプロムナード「引地川緑道」が整備されており、緑被分布図や植生図には反映されないような植え込みやその周囲の草地が調査時に多く認められている。平野域の生息群落のタイプ2(図-6)の多くは、この道路沿いの植栽帯であった。さらに、植栽帯周囲に草丈50cm以上を超えるイネ科等の草本類が生育している場所も調査時に多く観察された。このように海浜クロマツ林内や河川プロムナード沿いのイネ科群落が本種の繁殖地や越冬地になっている可能性が強く、農地の少ない市街地においてはこれら公的な緑地、特にその粗放管理部分に生じる大型のイネ科草本群落が本種の生息保全上重要な緑地要素となっていると推察される。

5. まとめ

比較的都市化が進んだ郊外域でも潜在的には本種は生息可能であり、都市域における鳴く虫の誘致における誘致目標種としての計画指標性が高いことが明らかにされた。そして、都市化圧の抑

制が行われる郊外周縁部では水田を含むまとまった農的環境の保全、また都市化が進んだ市街地中心域では帯状の公的な緑地整備(部分的に粗放管理となることを含み)が、本種の保全において重要となることを明らかにした。ただし、本種が選好する環境には外来草本等も生育する耕作放棄地も含まれていると考えられることから、本種の生息地の創出が生物多様性保全や景観上問題となる可能性がある点には留意する必要がある。一方で、植生図等には反映されないような都市域の極めて狭小な緑地も本種の生息に寄与していることが示唆され、鳴く虫である本種も含め、昆虫類の分布規定要因の解析に対し課題が多い。いずれにしても、都市域での自然の醸すサウンドスケープによるアメニティ性、すなわち季節の訪れを身近に実感できる種群として、今後の緑地計画の誘致目標における「鳴く虫」の積極的な活用が期待される。

謝辞: 日本大学 緑地環境科学研究室 卒業生の夏目将大氏には現地調査、データ整理等にご尽力いただいた。記してお礼申し上げます。

補注及び引用文献

- 藤沢市 (2011): 藤沢緑の基本計画: 藤沢市, 104pp
- 浜口哲一 (1995): 平塚市における夜鳴く虫の出現季節と環境選好: 神奈川自然誌資料 15, 1-10
- 細井孝昭 (1988): クビキリギスの生態-春鳴く虫(1)-: 遺伝 42(4), 94-96
- 穂積訓・稲垣照美・福田幸輔 (2009): 虫の音が人の感性に及ぼす影響-コオロギ類の音の音響的特徴と脳波との関係-: 日本感性工学会誌 8(4), 1137-1144
- 環境省 自然環境局 生物多様性センター: 自然環境保全基礎調査 植生調査< <http://www.vegetation.biodic.go.jp/> >, 2015.3.14 更新, 2015.9.23 参照
- 加納康嗣 (2011): 鳴く虫文化誌-虫聴き名所と虫売り: エッチエスケー, 155pp
- 国土交通省都市・地域整備局 (2007): 緑被分布図
- 永野和之・SHEN Yue・斉藤庸平 (2013): 住宅街における鳴く虫の分布と緑地タイプとの関係: ランドスケープ研究 76(5), 611-614
- 宮脇昭 (1971): 藤沢市の植生-都市環境保全に対する植物社会学的基礎研究: 藤沢市生活環境部環境みどり課, 117pp
- 中原直子 (2006): クビキリギスに関するいくつかの知見, 昆虫と自然 41, 16-20
- 日本直翅類学会 (編) (2006): バッタ・コオロギ・キリギス大図鑑: 北海道大学出版会, 687pp
- QGIS Development Team (2015): Q GIS 2.10<<http://www.qgis.org/>>, 2015.9.23 参照
- R Development Core Team (2015): R 3.2.2: A language and environment for statistical Computing R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2015.9.23 参照
- 坂本 昇 (2009): 地域連携, 施設連携による事業の展開-鳴く虫と郷町: 日本ミュージアム・マネージメント学会研究紀要 13, 27-33
- 瀬長剛 (2010): 野山の鳴く虫図鑑: 偕成社, 187pp
- 徳江義宏・今村史子・大澤啓志 (2013): 都市域の樹林地におけるセミ類の生息分布を規定する環境要因: ランドスケープ研究 76(5), 465-468
- 徳江義宏・大澤啓志 (2014): 都市近郊の農村域におけるクツワムシの生息実態: ランドスケープ研究 77(5), 599-602
- 徳江義宏・大澤啓志 (2015): 都市近郊の樹林地におけるセミ類の生息実態およびヒグラシの生息環境について: ランドスケープ研究 78(5), 651-654
- 内田正吉 (2009): 里の音の自然誌-生きものの声から風景を聞く: HSK, 95pp
- 山下善平 (1962): 灯火への集団飛来に見られるクビキリギス成虫の色彩型多型: 応用昆虫大会講演要旨 13(6), 13